3e Série, t. XII. — 1884. — N° 7.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832.)

TROISIÈME SÉRIE

TOME DOUZIÈME

Feuilles 26-32 (17 Avril — 5 Mai 1884)

Planches XVIII à XXII

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

Rue des Grands-Augustins, 7

1883 A 1884

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles.

JUIN 1884

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

Art. III. Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. IV. L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

Art. V. Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

Art. VI. Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années; l'archiviste, pour quatre années.

Art. VII. Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

Art. VIII. Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

Art. IX. Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

Art. X. Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

Art. XI. La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

Art. XII. Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

Art. XIV. Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. XVII. Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée, 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (*Décret du 12 décembre* 1873) (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société (*Art. 4 du règlement administratif*).

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres (*Art. 42 du règlement administratif*).

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs (*Séance du 20 novembre* 1871).

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1883-1884

Les séances se tiennent à 8 heures du soir, rue des Grands-Augustins, 7

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
5	3	7	4	3	7	5	9
		14			17*		
19	17	28	18	17	21	19	23

* *Séance générale annuelle.*

La bibliothèque de la Société est ouverte aux Membres les lundis, mercredis et vendredis, de 11 à 5 heures.

LIBRARY OF JAMES BALL

L'allure générale du terrain est caractérisée par la direction longitudinale des couches N, 50 à 60° E., à S, 50 à 60° O., qui est la direction normale et leur disposition en fond de bateau, et par la direction transversale N. 20° O, à S. 20° E. ou anormale, coordonnée aux failles transversales.

La quille du fond de bateau est très rapprochée de la lisière sud, le long de laquelle le contact du terrain houiller a lieu suivant une grande faille limite; les couches se rapprochent de la verticale, tandis que, sur la lisière nord, les couches sont inclinées seulement de 10 à 25°. La direction longitudinale et la direction transversale se raccordant par des courbes régulières, Gruner, après avoir bien constaté ce fait par de nombreuses observations, en conclut nécessairement que cette double direction est le résultat d'un mouvement résultant de la simultanéité des failles longitudinales et transversales.

Les dépôts houillers présentent certains accidents évidemment contemporains de leur formation.

Ce qui frappe à première vue dans ces terrains, c'est la variabilité des assises. Les poudingues passent latéralement aux grès et aux schistes; l'épaisseur de certains bancs augmente parfois si rapidement qu'ils prennent la forme de coins ou d'amandes aplaties vers les bords, et ces inégalités sont augmentées encore par les érosions contemporaines. Les couches de houille se transforment de même graduellement dans le sens de leur direction ou suivant leur pente; le charbon gras devient maigre, il perd ou acquiert de la dureté, de la pureté; l'épaisseur des veines varie de quelques centimètres jusqu'à 10 ou 15 mètres ; elles se divisent ou se réunissent.

Les couches de charbon passent dans certains cas au schiste par l'accroissement progressif des nerfs schisteux qu'elles renferment.

Les poudingues ou les grès immédiatement superposés aux couches de houille sont connexes d'érosions plus ou moins profondes subies par ces couches.

Ces modifications, contemporaines des dépôts, impriment aux terrains houillers de la Loire, comme à ceux du plateau central, un caractère essentiellement différent de celui des terrains houillers du nord où les dépôts ont dû se faire dans de vastes lagunes marines à l'abri de l'agitation des courants dont l'influence intermittente a laissé des traces si manifestes dans les premiers. Aussi, tandis que la coupe des puits du Nord est à peu près constante dans la même localité, elle présente dans la Loire des variations très prononcées.

Gruner a spécialement étudié ces variations et en a déduit deux lois importantes; celle de l'accroissement de grosseur du grain avec l'épaisseur de la roche, et celle de la disposition cunéiforme des

bancs quand la grosseur du grain change brusquement. Il a reconnu là des faits analogues à ceux qui se passent à l'embouchure des torrents dans les lacs Alpins, et en a conclu que les bancs cunéiformes dénotent une formation essentiellement littorale.

D'autres accidents sont au contraire postérieurs à la formation des dépôts.

Gruner cite quelques exemples de failles inverses ou de refoulement; il constate que jusqu'ici elles ont été trouvées relativement peu nombreuses et peu importantes dans le bassin de la Loire.

Il a étudié avec un soin particulier les failles directes ou de glissement, et recueilli sur ce genre d'accidents des documents aussi importants pour le géologue que pour le mineur.

Il désigne d'abord sous le nom de tranchants les fractures simples, rapprochées, parallèles, ne produisant pas de rejets appréciables, qui sont les avant-coureurs des failles de même direction et de même inclinaison.

Il appelle *sauts*, *rejets* et *glissements*, les cassures ou fractures simples, sans épaisseur, donnant lieu à un glissement qui maintient sensiblement le parallélisme du banc des deux côtés du plan de fracture.

Aux dislocations majeures correspondent des fentes d'une épaisseur très variable et remplies par les débris broyés des roches encaissantes, les unes planes ou régulières, les autres ondulées ou bosselées.

Les failles planes et régulières sont les plus fréquentes dans le bassin de la Loire; leur épaisseur remplie de houille et de schistes broyés ne dépasse pas deux décimètres et le rejet atteint rarement 60 mètres.

Les failles *ondulées* et *bosselées* sont le résultat de mouvements bien plus considérables et leur épaisseur est souvent de plusieurs mètres.

Le remplissage renferme des blocs émoussés par le frottement; les ondulations et bossellements proviennent de l'inégale résistance des terrains soumis à l'effort de rupture. Elles sont l'effet de refoulements, de compressions ou de torsions qui ont donné aux bancs des deux côtés de la faille des allures très différentes.

Ces failles sont en réalité des filons sans ciment incrustant; les rejets qui en résultent atteignent parfois une amplitude verticale de plusieurs centaines de mètres, et nous avons nous-même constaté dans le bassin d'Alais un déplacement de 1,000 mètres dans le sens horizontal.

Toutes les grandes failles du bassin de la Loire appartiennent à

cette catégorie, et notamment la grande faille de la vallée du Furens, entre les mines du Treuil et du quartier Gaillard.

Il est rare que des failles de cette nature et de cette importance soient isolées ; cela arrive pourtant quelquefois, et Gruner en cite des exemples. Le plus souvent, elles sont accompagnées par une escorte de failles parallèles de moindre importance qui découpent dans le terrain encaissant des gradins contigus ou placés en échelons; parfois, elles sont bifurquées ou ramifiées, mais ces ramifications s'évanouissent rapidement; certaines failles de la Loire présentent une série de lignes brisées et par suite une allure polygonale. La grande faille des puits Mars et Saint-Claude, à Méons, offre cette particularité.

Néanmoins, en s'attachant aux directions prédominantes et faisant abstraction des accidents parasites, Gruner a reconnu que les failles du bassin de la Loire se coordonnent dans leur ensemble à deux systèmes de faisceaux rectilignes et orientés, l'un suivant l'axe du bassin, l'autre perpendiculairement à cette direction.

« La direction des failles, dit-il, obéit aux mêmes lois que l'allure » des couches. L'une et l'autre résultent des mouvements du sol qui » ont façonné le bassin. Quand on compare l'allure des failles avec » celle du terrain, on voit que les mêmes accidents coupent les » assises, tantôt suivant le sens de leur pente, tantôt parallèlement à » leur direction. »

Les failles transversales sont plus nombreuses que les failles longitudinales dans le bassin de la Loire.

Gruner a soin d'indiquer que l'inflexion des couches contre la faille ne donne pas le sens du rejet ; l'inflexion peut-être dans le même sens ou en sens contraire du rejet.

Il rappelle ensuite que l'amplitude du rejet varie sur le parcours de la faille, que le rejet devient nul parfois à une certaine distance et quelquefois dans les deux directions opposées, c'est-à-dire qu'il a deux points zéro; que si la faille se poursuit au-delà de son point zéro, si elle devient, comme disent les mineurs, une faille *à ciseaux*, le rejet change de sens, en sorte que la règle de l'angle obtus, vraie d'un côté du point zéro, n'est plus vraie de l'autre côté. La faille du puits Egarando à Rive-de-Gier présente cette intéressante particularité.

L'étude attentive des failles du bassin de la Loire a conduit Gruner aux conclusions suivantes, dont la portée peut être étendue à tous les bassins houillers circonscrits comme celui de la Loire.

L'affaissement tantôt lent, tantôt saccadé du fond du bassin, qui a permis la formation successive des bancs de houille, de schistes et

de grès fut relativement faible sur la lisière nord du bassin, tandis que, sur la lisière sud, il fut précipité par la faille longitudinale, faille limite dont l'amplitude diminue aux deux extrémités, mais s'accroît considérablement vers le centre, auprès de Saint-Étienne, où la puissance du terrain houiller atteint son maximum.

« En s'affaissant ainsi entre deux massifs anciens, comme entre » les mâchoires d'un puissant étau qui inclinent l'une vers l'autre, le » terrain houiller a dû se loger dans un espace de plus en plus étroit; » de là les effets de refoulement latéral, la forme en fond de bateau, » les failles inverses, les plis et les inflexions de couches, etc. »

Cet affaissement n'a pu s'opérer tout d'une pièce, sans *fractures transversales*, puisque son amplitude est plus grande au centre que vers les deux bouts, mais comme l'allure longitudinale se relie dans les couches à l'allure transversale par une courbure régulière, Gruner en a déduit avec juste raison que les deux allures, comme les deux ordres de failles, sont dues à une seule et même action dynamique, s'exerçant d'une manière plus ou moins intermittente pendant et même après la durée des dépôts carbonifères.

Les mouvements bien ultérieurs du sol, qui ont amené la surélévation du chaînon du Pilat et celle du plateau de Saint-Étienne, n'ont porté aucune atteinte essentielle à la structure du terrain houiller.

Gruner termine son important chapitre sur les failles, en mentionnant deux autres sortes d'accidents qui se rattachent à celles-ci.

En dehors des amincissements qui affectent parfois les couches de houille et qui sont dus à une érosion postérieure, on rencontre assez fréquemment des étranglements ou barrages et des brouillages.

Les premiers sont caractérisés par des dislocations partielles du toit et du mur, accompagnées d'un étirement ou laminage de la couche dont le charbon se trouve brisé et ne fournit que du menu à l'abattage. Les choses se passent comme si la couche était coupée par une faille inverse d'inclinaison presque égale, produisant un rejet presque nul.

Les brouillages sont des parties de terrains bouleversées, plus ou moins étendues, qui se trouvent au contact des grandes failles ou dans leur remplissage, mais surtout vers les régions de rencontre ou de croisement des failles. La trace d'un grand accident se reconnaît généralement à la surface par la traînée de terrain brisé qui en suit la direction et occupe toujours une certaine largeur.

Dans deux mémoires insérés aux *Annales des Mines* en 1852, (5e série, t. II) et 1873 (7e série, t. IV), Gruner avait établi une classification rationnelle des houilles, admise depuis en France et à l'étranger.

Il a montré que les combustibles minéraux sont caractérisés par le rapport de la quantité d'oxygène et d'azote à la quantité d'hydrogène qu'ils renferment, et par la quantité relative de charbon fixe résultant de la distillation en vase clos.

Les extrêmes sont représentés par le ligneux pur pour lequel le rapport est égal à 8, avec un rendement de 0,28 à 0,30 de charbon fixe, et par les anthracites pour lesquels le même rapport est de 1 à 0,75 avec un rendement de 0,90 à 0,92 en charbon fixe.

Pour les houilles, le rapport varie de 4 à 1 et le rendement de 0,50 à 0,90, suivant qu'elles se rapprochent des lignites ou des anthracites.

Les houilles ont été divisées par Gruner en cinq types, établis d'après la nature et la proportion du charbon fixe et d'après leur pouvoir calorifique.

1° Houilles sèches à longue flamme ou charbons secs (4-3) ;
2° Houilles grasses à longue flamme ou charbons à gaz (3-2) ;
3° Houilles grasses ordinaires ou charbons de forge (2-1) ;
4° Houilles grasses à courte flamme ou charbons à coke (1) ;
5° Houilles maigres ou charbons anthraciteux (1).

Le rapport entre la quantité d'oxygène et azote et la quantité d'hydrogène, est indiqué par les nombres placés à la suite de chaque type.

Le type 1 n'est pas collant parce qu'il renferme une forte proportion d'oxygène, et le type 5 ne l'est pas non plus, parce qu'il renferme trop peu d'hydrogène. Pour distinguer ces deux types, souvent confondus auparavant, à cause de leur propriété négative de ne pas s'agglomérer au feu, et malgré les différences profondes qui les séparent, Gruner a appelé les premiers *secs* et les derniers *maigres*.

Les pouvoirs calorifiques représentés en calories, c'est-à-dire par le nombre de kilogrammes d'eau échauffés d'un degré centigrade pour un kilogramme de houille brûlée, sont indiqués respectivement par les nombres : (8,000 à 8,500), (8,500 à 8,800), (8,800 à 9,300), (9,300 à 9,600), (9,200 à 9,500), pour les types 1 à 5 pris à l'état de pureté, c'est-à-dire abstraction faite des cendres.

Quant à la composition élémentaire des houilles, elle oscille entre les limites extrêmes suivantes :

Carbone.	75 à 93 0/0.
Hydrogène.	6 à 4.
Oxygène et azote	19 à 3.

Gruner a appliqué ces principes à l'étude des houilles de la Loire. Il a reconnu que la composition et la nature de la houille varient

avec la situation spéciale du district, la profondeur relative des couches et, dans une même couche, avec la distance plus ou moins grande en aval des affleurements.

Le bassin de la Loire ne renferme aucun charbon sec et les charbons maigres concentrés dans le voisinage de Saint-Chamond et de Sorbiers, ne forment qu'une minime proportion de la production totale du bassin.

Gruner a constaté dans ce bassin, que la proportion de matières volatiles diminuait, et que la houille s'amaigrissait en profondeur sur la même verticale. Cette loi a été aussi vérifiée dans certaines régions du Nord, mais elle n'est pas générale.

La flore fossile du bassin de la Loire a été étudiée avec un remarquable succès, par M. Grand'Eury, dont le travail a été publié en 1877.

Gruner, en rappelant les résultats et le mérite des recherches de cet ingénieur, dont il était le maître et l'ami, a émis sur la formation même de la houille dans le bassin de la Loire, une opinion qui diffère à un certain point de vue de celle de M. Grand'Eury.

Tous deux s'accordent à considérer la houille comme formée par l'accumulation de débris végétaux, mais M. Grand'Eury pense que ces débris ont été entraînés par le ruissellement des eaux et déposés dans les lagunes de fond, alternativement avec des vases et des sables. Gruner pense que la couche de houille a été formée sur place, sans transport, et que les schistes du toit où les grès proviennent de l'envasement ou de l'ensablement des marécages peu profonds, dans lesquels les débris végétaux, s'accumulaient pendant les périodes de calme, avec cette exubérance qui est le caractère de la végétation houillère. Il se fonde sur la présence de troncs de sigillarinées enracinés et restés debout dans le grès du toit de la cinquième couche, à la mine du Treuil, au-dessus de la couche même de houille, et sur l'existence assez fréquente, immédiatement au-dessous des couches de houille, d'un banc argileux désigné par les Anglais sous le nom de Under-Clay, sorte de terre végétale dans laquelle il a constaté de nombreuses stigmariées dans leur position naturelle.

Si le mode de formation indiqué par M. Grand'Eury, s'accorde mieux avec les détails si délicats et la régularité si parfaite de la sédimentation houillère dans certains bassins, il est probable cependant, que le mode de formation proposé par Gruner, a dû se réaliser aussi, notamment dans les bas-fonds boisés et marécageux.

Les récentes observations de MM. Fayol et Renault sur les lentilles brillantes à structure conservée, empâtées dans des couches de

houille, viennent à l'appui de l'hypothèse d'une formation sur place pour les houilles qui présentent cette particularité.

Gruner a signalé dans le bassin de Rive-de-Gier, la présence de la roche verte, analogue aux trapps ou basanites houillers du plateau central.

Cette roche forme des dykes, des culots isolés ou même des nappes offrant la structure colonnaire dans l'étage le plus inférieur du bassin de la Loire, entre Rive-de-Gier et Givors, notamment à l'est de Fontanas, auprès des maisons Journaud.

Gruner n'a pu constater la présence de l'Eurite dans le terrain houiller de Saint-Étienne, mais il a fait connaître des dépôts siliceux d'un grand intérêt, qui se montrent à un niveau constant, vers le tiers de la hauteur de l'étage stérile de Saint-Chamond et dont la butte de Saint-Priest est le type le plus saillant. Ils consistent en bancs de calcédoine ou en galets de cette substance mêlés aux autres éléments des grès et poudingues.

C'est dans ces galets siliceux que M. Grand'Eury a découvert de véritables graines et des fleurs, parfaitement conservées dans leur prison siliceuse.

Gruner attribue ces dépôts à des sources thermales siliceuses dont l'apparition a accompagné celle de la roche éruptive verte, dont il a été question plus haut.

Après avoir décrit chaque district avec tous les détails nécessaires à ceux qu'intéresse l'exploitation des houillères de la Loire, l'auteur résume à grands traits les phénomènes dynamiques, auxquels a été liée la formation du bassin houiller de Saint-Étienne.

« Si je ne m'abuse, dit-il, les étages supérieurs du bassin de la » Loire étaient, dès l'origine, d'autant moins étendus que leur âge » est plus récent, et cette réduction graduelle des marécages houil- » lers est la conséquence de l'affaissement fort inégal du sous-sol » houiller, inégalité qui eut pour résultat l'ouverture successive de » cassures nombreuses, le long desquelles les assises et les couches » houillères s'affaissèrent selon les lieux et les temps, tantôt lente- » ment, tantôt par sauts brusques, pour faire place à de nouveaux » dépôts, qui s'abîmaient ensuite à leur tour également.

» L'origine des failles doit donc remonter à des époques diverses, » les plus anciennes appartiennent au pourtour, les plus récentes au » centre du bassin. Mais, dans la plupart des cas, le mouvement se » continua, le long de ces cassures, tant que dura la formation de » l'un au moins, et le plus souvent, de plusieurs étages successifs » du bassin houiller. »

Tel est l'ensemble des travaux géologiques de Louis Gruner.

Si l'on y joint les travaux d'une autre nature que lui imposaient ses fonctions administratives, et les recherches qu'il a poursuivies pendant plus de quarante ans, en vue de son enseignement métallurgique, on aura la mesure des résultats obtenus par un labeur continu, mis au service d'une intelligence d'élite.

Gruner avait entrepris la publication d'un traité général de métallurgie dont les deux premiers volumes parurent en 1875 et 1878. Il ne put mener à fin cette importante publication.

Une fluxion de poitrine, contractée à l'usine de Saint-Montant près Beaucaire, l'enlevait le 26 mars 1883 à sa famille, à la science et à ses nombreux élèves qui l'aimaient et le vénéraient comme un père. Il était âgé de 74 ans.

Depuis 1877, sa santé ne lui permettait plus de suivre régulièrement les séances de notre Société.

Gruner était commandeur de la Légion d'honneur.

Membre du Comité consultatif des Arts et Manufactures et du Conseil de perfectionnement du Conservatoire des arts et métiers.

Président honoraire de la Société de l'Industrie minérale.

Membre de la Commission supérieure des Expositions internationales.

La notoriété de Gruner dans le monde scientifique et industriel était universelle ; elle lui valut les titres de :

Membre honoraire de l'Iron and Steel Institute de Londres (sur un nombre total de huit membres honoraires).

Membre honoraire de l'Américan Institute of Minings Engineers (sur un nombre total de quatre membres honoraires).

Gruner n'était pas insensible aux distinctions honorifiques dont il était l'objet, mais il était plus jaloux de les mériter que de les obtenir. Sa devise constante fut : *Sein, nicht schein ; être, non paraître.*

Sa vie austère, vouée exclusivement au travail et au bien, a été un honneur pour le corps des Mines et un exemple pour tous.

OUVRAGES, MÉMOIRES ET NOTICES GÉOLOGIQUES DE LOUIS GRUNER.

ANNALES DES MINES

1841. Tome XIX. Mémoire sur la nature du terrain de transition et des porphyres du département de la Loire.

1841. Tome XX. Résultats principaux des travaux faits pendant l'année 1840 dans le laboratoire de l'École des mines de Saint-Étienne.
Calcaires, laitiers, minerais divers, houilles et lignites.

1841. 4e Série, Tome I. Résultats principaux des expériences faites dans le laboratoire de l'École des mines de Saint-Étienne pendant 1841.

Entre autres : Analyse des houilles du bassin; leur classification d'après la richesse en gaz et en carbone et leur qualité collante. — Analyse des eaux de la Loire. Minerais de fer de Saône-et-Loire, etc.

1843. Tome VI. Résultats principaux des expériences faites dans le laboratoire de l'École des mines de Saint-Etienne pendant l'année 1843.
Entre autres : Houilles et minerais de fer.

1844. Tome VII. Résultats principaux des expériences faites dans le laboratoire de l'Ecole des mines de Saint-Etienne pendant l'année 1844.
Entre autres : Houilles du bassin de Saint-Etienne, minerais divers.

1845. Tome X. Résultats principaux des expériences faites dans le laboratoire de l'Ecole des mines de Saint-Etienne pendant l'année 1845.
Houilles de Saint-Etienne. Anthracites de Roanne. —Calcaires de transition de la Loire.

1845. Tome VII. Mémoire sur le gisement et la nature de quelques minerais de fer des environs de Privas et de La Voulte.

1846. Tome XIV. Essais et analyses faits au laboratoire de l'Ecole des mineurs en 1846.
Minerais de fer et houilles du Gard et du Var. — Divers aciers des fabriques de la Loire.

1847. Cartes et coupes du bassin houiller de la Loire avec texte explicatif.

1850. Tome XVIII. Mémoire sur le gisement et le mode de formation des minerais de manganèse des Pyrénées, suivi de quelques considérations sur le rôle des sources minérales dans la formation de certains minerais.
Rôle de l'acide carbonique dans la formation de ces minerais et des gîtes métallifères en général. Formation par sources minérales des dépôts carbonatés. Origine aqueuse des jaspes. Mode de formation de la baryte sulfatée, des sulfures et carbonates de plomb et de zinc.

BULLETIN DE L'INDUSTRIE MINÉRALE.

1855. 1re Série, Tome I. Notice sur les mines d'argent du Chili.

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ D'AGRICULTURE, SCIENCES ET ARTS DE LYON

1856. Mémoire sur la classification des filons du Plateau central.

1857. Mémoire sur les filons plombeux du département de la Loire.

BULLETIN DE L'INDUSTRIE MINÉRALE.

1857. Tome II. Note concernant l'âge des gîtes plombeux de la Toscane.

1866. Tome XI. Notice sur la classification des couches du bassin houiller de la Loire.

1857. Description géologique du département de la Loire, avec atlas.

REVUE CHRÉTIENNE.

1863. Etude : Dieu et la création révélés par la géologie.

1868. Etude des bassins houillers de la Creuse, avec atlas.

1882. Description détaillée du bassin houiller de la Loire, volume de 800 pages, grand atlas de 30 planches.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

2e Série. Tome VI. Notice sur un amas de fer oxydulé et de bisilicate ferreux dans les schistes grenatifères des Maures (Var); (Grunérite d'après Rammelsberg et Dana).

Tome XV. Sur les filons du plateau central de la France.
Tome XVI. Note concernant la carte et la description géologique de la Loire.
Tome XXIII. Sur une roche éruptive trappéenne de la période houillère.
Tome XXV. Flore du bassin houiller d'Ahun.
Tome XXVI. Sur un vieux bois d'étai de la mine de Littry (Calvados), transformé en une substance voisine des lignites ou des houilles sèches à longue flamme.
Tome XXVIII. Note sur les nodules phosphatés de la perte du Rhône.
Note sur les traces d'anciens glaciers au Mont-Dore.
Observations sur une communication de M. Levallois, relative au minerai de fer en grains ou minerai pisiforme.
3e Série. Tome I. Observation sur la communication de M. Munier, relative aux gneiss de la vallée de l'Eyrieux.
Réunion extraordinaire à Roanne (Loire). Président M. Gruner.
Sur les terrains carbonifère et anthraxifère du Roannais.
Sur la classification des terrains de transition du Roannais.
Compte rendu de la course de Régny (Loire).
Compte rendu de la course à Cordelle et au plateau de Neulize (Loire).
Compte rendu de la course à Charlieu (Loire).
Compte rendu de la course dans les montagnes de la Madelaine (Loire).
Tome II. Observations sur une note de M. Michel Lévy, sur une classe de roches éruptives intermédiaires entre les granites phorphyroïdes et les porphyres granitoïdes.
Tome IV. Observations sur la note de M. Mallard, des oscillations séculaires des glaciers et des variations qu'elles accusent dans les éléments météorologiques du globe.
Tome V. Sur la division des bassins houillers en étages basée sur les plantes fossiles.

M. **Fontannes** félicite M. Parran pour le talent avec lequel il a résumé les travaux de Gruner. L'hommage rendu chaque année à quelqu'une des illustrations que la mort nous a enlevées, est une des plus nobles et des plus chères traditions de la Société géologique. Le soin de le continuer ne pouvait s'exercer au profit d'une mémoire plus sympathique et plus vénérée que celle de Gruner; il ne pouvait être confié à un savant plus compétent et plus imbu de la religion du souvenir reconnaissant que M. Parran.

Lemoine met sous les yeux de la Société plusieurs pièces d'un nouveau reptile de la faune cernaysienne, appartenant au genre *Simœdosaurus*, qui doit, d'après lui, former une famille distincte dans ce groupe d'animaux.

M. Œhlert fait la communication suivante :

Études sur quelques **Brachiopodes dévoniens**,

par M. **D. Œhlert.**

Pl. XVIII à XXII.

Dans le Prodrome de Paléontologie de d'Orbigny, il existe un certain nombre d'espèces caractérisées seulement par quelques lignes, et qui semblent avoir été souvent oubliées par les paléontologistes. Les types du Prodrome se trouvant au Muséum dans la collection d'Orbigny, déposée au laboratoire de Paléontologie, nous avons pu les étudier, grâce à l'obligeance de M. le professeur Gaudry et de M. le Dr Fischer, choisissant tout d'abord, de préférence, les espèces dévoniennes, et en particulier les Brachiopodes qui ont pour nous un plus grand intérêt. Parmi ces espèces, les unes n'ont été mentionnées nulle part, et les autres ont été méconnues : faire connaître les premières et établir nettement l'identité des secondes, tel était tout d'abord le but de cette note qui s'est ensuite trouvée augmentée de l'étude de quelques formes voisines de celles du Prodrome.

Le groupe des Rhynchonelles nous a tout spécialement fourni des documents.

Le genre Rhynchonella appartient à l'un de ces types si intéressants qui se sont perpétués depuis les faunes siluriennes jusqu'à nos jours, et les nombreux échantillons appartenant à diverses espèces qu'il nous a été donné d'examiner, se sont montrés semblables, au point de vue de la disposition interne (plateau cardinal, appareil apophysaire, muscles, impressions vasculaires), aux formes les plus récentes de ce genre. Tout au plus pourrait-on dire, qu'en général chez les Rhynchonelles anciennes, le septum médian de la valve ventrale est un peu plus accusé, et que, dans quelques espèces, on observe une tendance à se rapprocher des formes les plus atténuées des Pentameridæ.

Quant aux caractères externes, nous voyons des Rhynchonelles paléozoïques qui offrent de telles analogies avec des espèces secondaires et crétacées qu'elles pourraient presque leur être identifiées en prenant l'espèce dans le sens large du mot, et que les différences qu'elles présentent sont parfois moins importantes que les variations qu'on observe parmi les individus d'une *même* espèce provenant d'un *même* terrain.

Donc, tandis que certaines formes semblent constantes et se continuent, sans changement important pendant toute la série des pé-

riodes géologiques, d'autres au contraire donnent naissance dans une même couche à des variétés qui permettent de relier entre elles, des espèces distinctes d'une même époque.

C'est ainsi que la *Rh. cypris* de d'Orbigny devient beaucoup plus globuleuse dans certaines couches, offrant des caractères de passage à la *Rh. subpareti* de la Sarthe, qui n'est elle-même qu'une modification locale de la *Rh. Pareti* d'Espagne, mais dont les caractères sont suffisamment fixés pour qu'il soit nécessaire de lui donner un nom distinct.

Parmi les Rhynchonellidæ paléozoïques, on remarque certaines formes qui par leur seul aspect externe se distinguent assez nettement des Rhynchonelles proprement dites, pour avoir déterminé quelques auteurs à en faire un groupe séparé (*Wilsoniennes* de Quenstedt), et qui, par diverses particularités de leurs caractères internes, méritent de constituer un genre à part. Ce genre prévu par King et par d'Orbigny a reçu dernièrement le nom d'*Uncinulus* (Bayle) ; nous espérons que les renseignements nouveaux que nous apportons à ce sujet, feront adopter cette nouvelle section d'une façon définitive.

Rhynchonella cypris, d'Orb.

Pl. XIX, fig. 1, 1*a*, etc.

(*Rhynchonella cypris*, d'Orbigny, Prodrome, 1847, page 92, N° 855.)

Coquille de petite taille, triangulaire, ornée de 14 à 16 plis anguleux, régulièrement espacés et traversés par quelques lignes d'accroissement un peu squammeuses. Ligne palléale sinueuse au front, presque droite sur les côtés de la coquille qu'elle partage en deux parties à peu près égales, laissant un peu plus de profondeur à la valve dorsale. Commissure frontale tranchante.

Valve ventrale présentant un sinus médian qui prend naissance dans la région umbonale, et qui se creuse et s'élargit rapidement, de façon à devenir bien accusé par rapport aux parties latérales de la valve. Crochet petit, saillant, faiblement recourbé, au-dessous duquel se trouve une ouverture ovalaire séparée de la ligne cardinale par deux pièces deltidiales extrêmement petites. A l'intérieur, les dents sont supportées par de petites cloisons rostrales. — Impressions musculaires très rapprochées du crochet, dont deux grandes latérales qui montrent distinctement dans un grand nombre d'échantillons quatre points d'attaches musculaires (paire interne : diducteurs; paire externe : ajusteurs ventraux) et deux très petites centrales complètement entourées par les premières (adducteurs).

Valve dorsale avec un bourrelet médian remontant jusqu'aux en-

virons du crochet, et constitué par quatre côtes sub-égales. Processus cardinal nul. Plateau cardinal faisant saillie au-dessus des fossettes et constitué par deux lames triangulaires, légèrement concaves, séparées par une échancrure linéaire, qui près du crochet se termine par une petite ouverture arrondie; du plateau cardinal partent deux lames apophysaires arquées, courtes et très recourbées du côté ventral. Septum médian bien développé, séparant les quatre impressions des adducteurs, dont deux ovalaires très nettes situées sur le milieu de la valve, et deux autres moins importantes contiguës à celles-ci, placées plus près de la ligne cardinale et ne se confondant jamais avec les premières.

Localités : Néhou, Gahard, Izé, La Baconnière, Saint-Germain, Saint-Jean, etc. (1).

Observations : D'Orbigny donna en 1850 le nom de *Rh. cypris* à une espèce de Néhou « voisine de l'*Atrypa livonica*, mais moins haute, plus petite et plus triangulaire » (2). En outre, on peut dire que les valves sont moins inégalement développées, que la forme est plus allongée et que les plis qui constituent le bourrelet sont semblables à ceux des parties latérales de la valve.

Bien que cette espèce rappelât extérieurement certaines Rhynchonelles des terrains jurassiques, nous avons tenu à nous assurer de ses caractères génériques internes. Par suite de nombreuses préparations, et de moules internes bien conservés, nous avons pu constater qu'elle présentait les traits normaux du genre; les parties latérales du plateau cardinal, sont, il est vrai, plus rapprochées que dans la plupart des Rhynchonelles, maïs on sait que chez ces dernières, ce caractère n'est pas général et que l'on trouve tous les passages depuis la large séparation médiane sub-carrée, comme dans *Rh. nigricans* (Pl. XX), jusqu'à l'ouverture étroite, presque fermée à l'extrémité du plateau cardinal par le rapprochement des parties latérales et le renflement interne de celles-ci, comme dans *Rh. limbata*, Schl. (Pl. XX); la disposition la plus commune du plateau cardinal chez les Rhynchonelles, sert d'intermédiaire, celui-ci présentant ordinairement une échancrure triangulaire plus ou moins ouverte et arrondie à son sommet. (*Rh. cynocephala*, Pl. XX, *Rh. psittacea*, Pl. XX, *Rh. plicatilis*, Sow.).

(1) M. Barrois a signalé avec doute *R. cypris* ? d'Orb., dans le calcaire de Moniello et dans celui d'Arnao, Espagne. Il indique six plis sur le bourrelet; ce caractère, qui n'existe jamais dans l'espèce de Néhou, nous porte à croire que la forme d'Espagne ne doit pas porter le nom de *R. cypris*. (Terrains anciens des Asturies, p. 268.)

(2) D'Orbigny, Prod., p. 92.

Les empreintes musculaires de *Rh. cypris* sont analogues à celles de *Rh. loxia*, type du genre, et de *Rh. cynocephala* qui en est très voisine et que nous figurons. Ainsi que dans les espèces que nous venons de citer, il n'existe pas de processus cardinal dans *Rh. cypris*, et les muscles diducteurs devaient, comme dans ces dernières, s'attacher directement au sommet du plateau cardinal.

Les spécimens typiques qui existent au laboratoire de paléontologie du Muséum et que M. le professeur Gaudry a bien voulu nous communiquer, sont de dimension moyenne et identiques à une forme extrêmement abondante dans certains gisements dévoniens de l'ouest de la France où nous en avons recueilli un grand nombre, ce qui nous a permis d'étudier l'espèce de d'Orbigny, depuis ses formes jeunes, jusqu'à l'âge adulte, et de la suivre dans toutes ses modifications.

Dans le jeune âge, des coquilles atteignant à peine 2 millimètres de longueur, sont déjà parfaitement caractérisées et sûrement déterminables; celles-ci sont linguiformes, très aplaties, et même déprimées au milieu de chaque valve, en se rapprochant du bord frontal qui est presque droit. La commissure palléale est tranchante. Cependant le bourrelet dorsal ne tarde pas à apparaître (5 millimètres de longueur) et bientôt la coquille devient transverse, trilobée, et enfin subglobuleuse.

Dans certaines couches où, du reste, tous les fossiles ont de plus grandes dimensions, cette espèce atteint le double de la taille normale; dans ce cas, les individus sont plus globuleux, mais ils conservent cependant tous les caractères spécifiques de *Rh. cypris*.

Nous avions tout d'abord confondu l'espèce de d'Orbigny avec *Rh. Pareti*, Vern., nom sous lequel elle a été désignée par erreur dans l'un de nos travaux sur la faune dévonienne de la Mayenne (1).

C'est grâce à l'examen des spécimens typiques de d'Orbigny et à l'étude que nous avons faite d'échantillons de *Rh. Pareti* provenant d'Espagne, que nous avons pu reconnaître distinctement deux formes qui tendent peut-être l'une vers l'autre, si l'on compare des spécimens exagérés ou amoindris de ces deux espèces, mais dont les types normaux doivent être spécifiquement séparés. C'est ainsi que la variété globuleuse de *Rh. cypris* que nous venons de décrire et qui est une forme extrême de *Rh. cypris* se rapproche d'une forme amoindrie de la *Rh. Pareti*, mais qui cependant offre des modifications suffi-

(1) Marie Rouault ne semble pas l'avoir connu; aucune de ses descriptions ne semble correspondre à cette forme.

samment constantes et distinctes du type d'Espagne, pour qu'il soit nécessaire de la mettre à part; c'est pourquoi nous proposons pour cette espèce qui se trouve assez fréquemment dans les gisements dévoniens de la Sarthe, le nom de *Rh. sub-Pareti.*

Nous rappellerons d'abord les caractères de *Rh. Pareti*, puis nous décrirons la forme du Dévonien de la Sarthe (*Rh. sub-Pareti*) afin de mettre en parallèle ces différentes espèces qui présentent en commun certains caractères.

Rhynchonella Pareti, de Vern.

Pl. XIX, fig. 2, 2*a*, etc.

Hemithyris Pareti, de Vern.	1850.	*Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. VII, p. 177.
Terebratula — ? —	1850.	— — — — p. 780.
— — —	1855.	*Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. XII, p. 1016. *Paléont. de l'Asie Mineure.*
— — —	1870.	Bonissent, *Ess. géol. de la Manche*, p. 252.
Rhynchonella Pareti, de Vern.	1878.	Bigsby, *Thes. Dev. Carb.*, p. 46.
— — —	1883.	Barrois. *Ter. anc. Asturies.* p. 267.

Coquille un peu plus large que haute, subtrigone, cunéiforme, et dont le point culminant se trouve au bord palléal. Surface ornée de 16 à 18 plis larges, anguleux, très élevés et à sommet tranchant, qui remontent jusqu'au crochet. Bord palléal très sinueux; commissure latérale des valves fortement déprimée, de chaque côté du crochet, formant deux cavités dans lesquelles les plis sont très atténués. Arêtes cardinales anguleuses.

Valve ventrale très peu profonde, avec un sinus ayant environ le tiers de la largeur de la coquille et se prolongeant en une longue languette recourbée qui va rejoindre le bourrelet de la valve opposée. Parties latérales de la valve courtes et relevées sur leur bord. Crochet aigu, petit et peu saillant. Ouverture ovalaire touchant la ligne cardinale et limitée de chaque côté par une petite pièce deltidiale triangulaire.

Valve dorsale beaucoup plus profonde que la valve ventrale, avec un bourrelet formé de quatre plis, les deux externes présentant deux grands talus lisses et subparallèles; ce bourrelet prend naissance vers le milieu de la valve; il est d'abord assez étroit, puis il s'évase et se relève près du bord palléal, tandis que les parties latérales de la valve s'allongent et décrivent une courbe convexe pour aller rejoindre les parties correspondantes, si courtes, de l'autre valve.

Cette espèce fut décrite en 1850 par M. de Verneuil, sous le nom

d'*Hemithyris Pareti* (1), dans une étude sur la faune de Sabero (2). — « On trouve à Viré, dit-il en terminant, une espèce presque identique. » Ce doute semble avoir disparu de l'esprit de M. de Verneuil qui, dans ses travaux postérieurs, a confondu, sous un même nom, les formes analogues trouvées dans le Dévonien inférieur des différentes localités de l'ouest de la France, en Espagne et dans les dépôts de même âge du Bosphore; c'est ainsi que le nom de *Rh. Pareti* servit à désigner, à tort, la *Rh. cypris*. Actuellement, nous distinguons : 1° *Rh. cypris*, d'Orb., abondante dans les localités de Néhou, Gahard, Izé, La Baconnière, Saint-Jean et présentant parfois des variétés globuleuses que nous avons figurées; 2° *Rh. Pareti*, de Verneuil, dont le type provient des couches dévoniennes des Asturies et qui se trouve représentée à Néhou concurremment avec *Rh. cypris;* 3° *Rh. subpareti*, qui, dans la Sarthe, constitue une forme représentative de la *Rh. Pareti* d'Espagne, mais qui, pour ses caractères constants, mérite d'être désignée par un nom distinct. Ces espèces forment un groupe naturel avec *Rh. livonica*, *Rh. nympha*, Barr., *Rh. pseudolivonica*, Barr., etc., et ne sont sans doute qu'un même type, modifié dans le temps ou dans l'espace, auquel, pour l'étude minutieuse des terrains et des faunes, il est utile actuellement de donner des noms différents. La *Rh. Pareti* d'Espagne présente des variétés parmi lesquelles nous figurons un spécimen globuleux (coll. d'Orbigny) (Pl. XIX, fig. 2*e*, 2*d*). Les jeunes possèdent le caractère que nous avons signalé chez les adultes du relèvement des plis près du bord frontal; ce fait, qui existe aussi très nettement accusé chez les jeunes de *Rh. subpareti* montre les liens qui unissent ces deux espèces, tandis que chez *Rh. cypris*, la forme de ceux-ci est toute différente, ainsi que nous l'avons indiqué dans la description de cette dernière.

Rhynchonella subpareti, Œhl., nov. sp.

Pl. XIX, fig. 3, 3*a*, etc.

Terebratula Pareti, de Vern. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. VII, p. 780.
— — — Guéranger, *Répertoire*, p. 12.

Cette espèce, que nous avons longtemps considérée comme une simple variété de l'espèce d'Espagne, nous semble, depuis qu'il nous a été donné d'en observer un plus grand nombre d'échantillons,

(1) Voir plus loin, nos observations sur la valeur du genre *Hemithyris*, d'Orbigny.

(2) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. VII, p. 177.

devoir constituer une espèce à part, se distinguant du type par sa forme amoindrie, moins cunéiforme et par certains caractères qui lui sont spéciaux; c'est ainsi qu'elle est plus petite, plus globuleuse et présente moins de disproportion dans les différentes parties des valves, aussi bien en ce qui concerne leur profondeur relative que dans le développement de leurs parties latérales et médiane.

Le contour de la coquille est rendu plus nettement triangulaire par l'absence d'arêtes cardinales anguleuses et par l'allongement des parties latérales dont les plis se poursuivent régulièrement au lieu de se recourber vers la ligne cardinale comme dans la *Rh. Pareti;* de même, la partie déprimée de chaque côté du crochet est remplacée par un méplat souvent peu accusé. Les plis, qui ne diffèrent pas en nombre, sont moins forts et moins anguleux; le bourrelet est également relevé au bord palléal et composé de quatre plis auxquels se joignent parfois un ou deux autres plis secondaires, rendant les talus moins abrupts.

Certains spécimens de cette forme atténuée de la *Rh. Pareti*, rappellent, ainsi que nous l'avons dit plus haut, la variété globuleuse de *Rh. cypris*. Toutefois, si à l'âge adulte ces deux espèces offrent quelques caractères communs, on ne saurait les confondre sous un même nom, alors que, dès le jeune âge, leur différenciation est facile à établir.

Les jeunes individus mesurant 4 millimètres ont déjà la forme rhynchonelloïde bien accusée; ils sont renflés ainsi que dans la forme adulte et atteignent de même leur plus grande épaisseur au bord palléal où l'on distingue un sinus et un bourrelet médians très nets. On remarque également un aplatissement à la commissure des valves de chaque côté du crochet.

Loc. : Viré, les Courtoisières, Vaux-Michel, Saint-Céneré.

Rhynchonella boloniensis, d'Orb., sp.

Pl. XX, fig. 1, 1*a*, etc.

Atrypa boloniensis, d'Orb., 1850. *Prod.*, t. I, p. 92, N° 859.
Rhynchonella boloniensis, de Verneuil, *Paléont. Asie Mineure*, p. 12, 1866.
— — *non* Gosselet, 1877. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. IV, p. 264, pl. III, fig. 1.
— — *non* Gosselet, 1880. *Esquisse géol. du Nord*, p. 49, pl. IV, fig. 8.

Coquille subpentagonale, légèrement transverse, d'une épaisseur médiocre dont le maximum est atteint vers le milieu des valves. Surface couverte de 30 à 32 plis simples, peu élevés et serrés les uns contre les autres.

Valve ventrale modérément profonde, avec un large sinus dans lequel on compte six à sept côtes de même dimension que les côtes latérales. Crochet petit et recourbé, laissant voir un très petit foramen ovale, séparé de la ligne cardinale par deux pièces deltidiales peu développées. Parties latérales du crochet carénées.

Valve dorsale plus profonde que la valve opposée, régulièrement convexe et munie d'un bourrelet prenant naissance un peu en avant du milieu de la valve et qui est peu élevé, aplati à sa partie supérieure et orné de sept côtes.

M. le professeur Gosselet a représenté et décrit une Rhynchonelle très abondante dans le Boulonnais, qu'il rapporte à l'espèce de d'Orbigny, mais qui cependant, d'après la description qui en est faite, ne nous semble pas la même :

« Coquille trilobée, couverte de plis simples, légèrement arrondis, » quelquefois tranchants, au nombre de trois (rarement plus) dans le » sinus, et de cinq ou six sur les ailes. La valve ventrale est réguliè- » rement courbe, de sorte que lorsque la coquille est à plat sur le » dos, son point culminant est au milieu de la valve ventrale, tandis » que dans *Rh. livonica*, dont elle est très voisine, ce point culmi- » nant est sur le front ou près du front. Long. : $0^{m}012$; larg. $0^{m}015$.

» Cette espèce me paraît bien voisine de certaines variétés de » *Rh. pleurodon* venant de Tournai et d'Avesnelles. Je lui aurais » donné ce nom si j'avais été convaincu que l'on doit laisser à la » *Rh. pleurodon* l'extension que lui a donnée M. Davidson (1). »

De même, les spécimens de la collection du Muséum ne concordent pas avec la figure donnée par le savant professeur de Lille.

La *Rh. boloniensis* de Gosselet est plus globuleuse, beaucoup plus élevée au bord palléal et ses plis sont moins nombreux. Du reste, les rapports établis par l'auteur entre cette Rhynchonelle et *Rh. pleurodon* montrent que cette forme appartient à un groupe différent de celui de la *Rh. boloniensis* de d'Orbigny qui, au contraire, semble être extrêmement voisine de *Rh. elliptica* de Schnur, du calcaire de Gerolstein (2); elle diffère de celle figurée par Davidson (3) et provenant de Budleigh-Salterton.

Toutefois, cette dernière espèce est plus large et à plis plus nombreux (38 côtes en tout, dont 12 sur le bourrelet et 13 de chaque côté). De plus, les plis ne paraissent pas remonter jusqu'au crochet d'après la figure de Schnur.

D'Orbigny avait brièvement différencié *Rh. boloniensis* de *Rh. livo-*

(1) Gosselet. *Ann. Soc. géol. Nord.*, t. IV, p. 264, pl. III, fig. 1.
(2) Dunker et Meyer. *Paleon.*, 1854, t. III, pl. XXII, fig. 7 *a*, *b*, *c*, *d*.
(3) Davidson. *Paleont., Soc.*, vol. XXXV, pl. XXXVIII, fig. 22, 25 ; 1881.

nica en signalant « sa forme moins élevée, plus large et ses côtes plus nombreuses » (1).

Rhynchonella boloniensis, d'Orbigny, appartient au groupe de *Rh. Minerva*, Barr., du Silurien E de Bohême.

Le crochet est plus aigu dans l'espèce de Bohême et les côtes sont moins nombreuses.

Loc. : Ferques.

Rhynchonella Guillieri, Œhl., nov. sp.

Pl. XX, fig. 2, 2*a*, etc.

Espèce de forme subtrigone, plus large que haute, ornée de plis très anguleux, serrés et simples, au nombre de 24 à 28.

Ligne palléale sinueuse au front, devenant presque droite en remontant vers le crochet et divisant la coquille en deux parties à peu près égales, de façon cependant à laisser un peu plus de profondeur à la valve dorsale. Commissure frontale tranchante ; commissure latérale formant une faible arête qui se termine non loin du crochet par une petite oreillette, et qui s'élève au milieu d'un méplat plus ou moins accusé s'étendant de chaque côté de la région cardinale.

Valve ventrale pourvue d'un sinus large, très évasé et nettement délimité, qui est visible jusqu'aux environs du crochet, où il est très étroit, et qui, au bord palléal, occupe à peu près le tiers de la largeur de la coquille; le nombre des plis placés au fond de ce sinus varie de quatre à six. De chaque côté de celui-ci, les parties latérales de la valve se renflent et s'étalent en devenant légèrement aliformes. Crochet obtus, dépassant faiblement la ligne cardinale et recourbé de manière à cacher complètement le foramen.

Valve dorsale très bombée (surtout dans la région umbonale), à courbure régulière et dont le maximum de profondeur se trouve vers le milieu de la valve, point qui correspond à la plus grande épaisseur de toute la coquille. Bourrelet médian moins accusé que le sinus correspondant de l'autre valve; dans la plupart des échantillons, il disparaît à peu près dans le renflement général de toute la valve et ne devient distinct qu'au tiers inférieur, près du bord frontal.

Une série de coupes polies, faites transversalement, nous ont démontré l'existence de fortes dents à la valve ventrale; la valve dorsale est munie d'un court septum et d'un appareil apophysaire constitué par deux lamelles arquées descendant très bas dans la valve dorsale et, à leur extrémité, se projetant en avant du côté ventral.

(1) *Prodrome*, p. 92.

Cette Rhynchonelle n'est mentionnée dans aucun catalogue ; nous l'avons découverte à Vaux-Michel, près Brulon et depuis, divers échantillons appartenant à cette espèce, nous ont été communiqués par MM. Guillier, Soye et Joubert, qui les avaient recueillis dans la tranchée de Sablé.

Cette espèce représente dans le Dévonien certaines formes siluriennes de Bohême, telles que : *Rh. nympha*, *Latona*, *Amalthea*, etc.

Loc. : Sablé, Vaux-Michel près Brulon.

Rhynchonella fallaciosa, Bayle, sp.

Pl. XVIII, fig. 5, 5*a*, etc.

(*Uncinulina fallaciosa*, Bayle. *Expl. cart. géol.* Atlas, pl. XIII, fig. 13-16.)

Coquille globuleuse, subcuboïde ; surface de chaque valve couverte d'environ 20 à 24 plis larges, anguleux, simples, remontant jusqu'au crochet et modérément saillants. Parties latérales des crochets comprimés et lisses.

Valve ventrale peu profonde, aplatie, avec un sinus large et très peu profond, dans lequel on compte cinq plis. Ce sinus prend naissance vers le milieu de la valve et se continue sous la forme d'une languette à bords subparallèles, qui s'infléchit en formant un angle droit avec le reste de la valve, dont elle égale à peu près la longueur. Crochet court, obtus et s'appuyant sur le sommet de l'autre valve.

Impressions des diducteurs flabelliformes, et entourant celles des adducteurs qui sont juxtaposées, très petites et de forme ovalaire.

Valve dorsale fortement convexe et très profonde, atteignant son point culminant à une faible distance du bord frontal. Bourrelet peu élevé, sur lequel on compte six plis. Parties latérales de la valve longues et fortement arquées.

Septum dépassant le milieu de la valve et séparant les impressions des adducteurs qui occupent de chaque côté une surface allongée et triangulaire.

Dimensions : Longueur : 0^m25 ; largeur : 0^m24 ; épaisseur : 0^m22.

Localités : Nehou, Gahard, La Baconnière, Saint-Germain-le-Fouilloux, Saint-Jean-Sur-Mayenne, etc.

Observations : A l'état le plus jeune que nous ayons pu observer, cette coquille a une forme allongée, peu épaisse, subtriangulaire, avec un crochet petit, presque droit, et un bord palléal, faiblement, mais distinctement sinueux et très tranchant. Un peu plus tard la coquille, sans augmenter sensiblement d'épaisseur, s'est considérablement élargie, gardant toujours la forme triangulaire, mais avec un

bourrelet et un sinus médian plus accusés ; le bord palléal est encore tranchant. Enfin elle devient globuleuse ; les parties latérales de la valve ventrale s'arrêtent dans leur développement, tandis que la partie médiane, faisant suite au sinus, prend au contraire une très grande extension. Le contraire a lieu à la valve dorsale dont le milieu reste court, tandis que les parties latérales se développent en enserrant de chaque côté la languette de la valve ventrale.

Le moule interne montre nettement la place laissée par les plaques rostrales de la valve ventrale ; du côté dorsal on remarque une fissure médiane avec la trace des impressions musculaires de chaque côté.

Cette espèce se différencie de l'espèce figurée sous le nom de *Rhynchonella* (*Terebratula*) *Stricklandi*, Sow. (1), par sa forme subcuboïde au front, par le contour de la coquille et par son moins grand nombre de côtes sur les parties latérales des valves, aussi bien que sur le bourrelet et que dans le sinus (5 à 6 au lieu de 8 à 11). Elle est également très distincte de *Rh. daleidensis*, Röemer sp., de la grauwacke de l'Eifel (2), par l'aplatissement subcarré de la région palléale, par sa forme massive, le grand développement de la valve dorsale, le peu d'élévation du bourrelet médian, et par la forme de ses côtes qui sont moins anguleuses.

Nous avons conservé à cette espèce le nom générique de *Rhynchonella*, bien que M. Bayle l'ait prise pour type d'un groupe nouveau auquel il a donné le nom d'*Uncinulina* (3). Les caractères internes que nous avons pu observer, c'est-à-dire la disposition des muscles, et la forme du plateau cardinal (fig. 5*l*) ne présentent pas de caractères particuliers permettant d'adopter ce nouveau genre.

Rhynchonella Barroisi. Œhl., n. sp.

Pl. XXII, fig. 1, 1*a*, etc.

On trouve aussi à la Baconnière une autre Rhynchonelle qui y est assez rare et dont nous ne connaissons que le moule interne ; il rappelle certaines formes globuleuses de *Rh. cypris*, qui sont de plus petite taille, mais qui, par leurs contours et leur aspect général en sont les formes les plus voisines.

C'est une coquille plus large que longue, à contour subtriangulaire, et atteignant son point culminant près du bord frontal ; elle est un

(1) Schnur. *Paléont.* Vol. III, p. 172-173, pl. XXII, fig. 2.
(2) Schnur. *Paléont.* Vol. III, p. 172-173, pl. XXII, fig. 1.
(3) Bayle. *Explic. Cart. géol. Fr.* Atlas, pl. XIII, fig. 13-16.

peu cunéiforme, surtout dans le jeune âge : ce caractère s'atténuant plus tard par suite du bombement régulier de la valve dorsale.

Ligne palléale droite sur les côtés de la coquille, très sinueuse au front.

Région frontale élevée, triangulaire, mais non aplatie. Les plis, au nombre de seize à dix-huit, sont simples, anguleux, et ne sont apparents que près de la commissure des valves.

La *valve ventrale*, très peu profonde, présente un sinus, ou plutôt une légère dépression non délimitée, qui occupe une grande partie de la largeur de la valve, ne laissant que peu de place pour un relèvement des parties latérales. Le milieu de la valve se prolonge en une languette dans laquelle on compte ordinairement de deux à quatre plis : le pli externe, situé de chaque côté, étant moins élevé que les autres et incliné vers eux de façon à donner un aspect subanguleux à la languette et non sub-carré comme dans *Unc. Œhlerti* et *Unc. subwilsoni*.

Plaques dentales bien accusées.

Muscles situés près du crochet, analogues à ceux de *Rh. cypris* et de la plupart des autres Rhynchonelles : deux grands diducteurs latéraux et deux petits adducteurs au centre.

Valve dorsale profonde, renflée, avec un bourrelet indiqué seulement près du bord frontal par le soulèvement de trois à cinq plis plus forts que ceux des parties latérales de la valve et légèrement inclinés.

Un septum médian descendant jusqu'au milieu de la valve, sépare les deux empreintes ovales des adducteurs.

Localité : La Baconnière.

Uncinulus, Bayle.

Pl. XXI.

Uncinulus subwilsoni, d'Orb.
Rhynchonella auctorum, pars.
Hypothyris, Phillips, 1841, pars.
Hemithiris, d'Orb., 1847, pars.
Hypothyris, King (non Phillips), 1850.
Wilsonia (groupe des.....), Quenstedt. 1871.
Uncinulus, Bayle, 1878 (figuré, non décrit).

Coquille de forme généralement globuleuse, avec un sinus et un pli médian peu accusés, et ornée de côtes rayonnantes.

Valve ventrale (Intérieur). Plaques dentales peu développées et soudées aux parois de la coquille. — Impressions des diducteurs, allongées, grandes et profondes, occupant près des $\frac{2}{3}$ de la longueur de la valve et entre lesquelles se trouvent les deux petites empreintes

des adducteurs. Cet ensemble de muscles est séparé par un septum médian peu élevé, entouré par une crête mince très nettement accusée. Les impressions ovariennes occupent un espace très étroit entre cette crête et la branche ascendante du système vasculaire qui se compose comme chez les Rhynchonelles d'un rameau descendant et d'un rameau ascendant, ce dernier ayant plus d'importance et présentant des divisions plus nombreuses et plus rapprochées que chez les véritables Rhynchonelles.

Valve dorsale, généralement très bombée dans la région umbonale (Intérieur) : — Plateau cardinal, épais, massif et saillant, constitué par une partie médiane, de forme sub-carrée, légèrement déprimée au centre et accompagnée de chaque côté d'un court sillon qui la sépare d'une petite protubérance latérale servant de rebord à la partie postérieure des fossettes. La partie médiane présente à son sommet une série de petites crêtes subparallèles, au nombre de 8 à 12, qui devaient servir de point d'attache aux muscles diducteurs. — Cavités fovéales profondes, striées, et limitées en avant, du côté interne, par un renflement de forme allongée qui se continue assez loin le long de la ligne cardinale et qui est dans le prolongement des protubérances situées de chaque côté du plateau cardinal.

L'appareil apophysaire est représenté par deux tiges cylindriques, effilées à leur extrémité et fortement recourbées du côté ventral. Le septum médian bien accusé, et parfois même très élevé, s'avance au-delà du milieu de la valve.

Impressions musculaires (adducteurs) au nombre de quatre : deux grandes ovalaires, très nettement délimitées, et en arrière de celles-ci, deux petites empreintes moins accusées; ces impressions qui occupent le milieu de la valve, sont toujours moins profondes qu'à la valve ventrale et sont entourées d'une crête moins développée que dans celle-ci.

Rapports et Différences. — Ce genre qui se distingue des véritables Rhynchonelles par sa forme externe, s'en sépare surtout par ses caractères internes : la disposition de son plateau cardinal si différent des deux lames horizontales, échancrées au centre, caractéristiques des Rhynchonelles depuis les temps primaires jusqu'à l'époque actuelle (1) ; la place et le développement remarquables des muscles, ainsi que l'importance des rameaux vasculaires ascendants, justifient la création d'un nouveau genre ayant pour type : *Hemithyris subwilsoni*, d'Orb.

(1) Nous donnons une série de figures de diverses Rhynchonelles qui permettront de mieux saisir ces caractères essentiels. (Pl. XX.)

Historique. — Ce genre qui, par son aspect extérieur, forme un groupe assez nettement délimité au milieu des Rhynchonelles paléozoïques, avait été prévu par King dans son travail sur les Fossiles Permiens (1).

Hypothyris. — Il prit pour type de cette section *A. cuboides*, Sby., et lui donna le nom d'*Hypothyris*, emprunté à un travail de Phillips (2) qui lui avait déjà attribué une autre signification, et c'est pour cette raison que ce nom ne peut être conservé.

Philips considérant comme un caractère très important la présence ou l'absence du foramen, ainsi que sa forme et sa place, avait divisé les Brachiopodes articulés en *Athyridæ* (*Producta*, *Calceola*), *Delthyridæ* (*Orthis*, *Spirifer*, *Strigocephalus*, *Pentamerus*, *Cleiothyris*) et *Cyclothyridæ* (*Epithyris* et *Hypothyris*), ces deux dernières sections étant accompagnées d'une courte diagnose :

Crochet tronqué, perforé : *Epithyris*.

Crochet aigu, perforation située dessous : *Hypothyris*.

Cette différentiation semble seulement indiquer la séparation des Térébratules et des Rhynchonelles, dans le sens large du mot. Phillips ne cita en effet aucune espèce, comme type de ces deux genres dont les noms ne réapparaissent plus dans son travail.

En 1850, King crut pouvoir faire revivre ces termes en leur donnant une attribution plus restreinte, et appliqua le nom d'*Epithyris* à un groupe de Térébratules paléozoïques (type : *Terebratulites elongatus*, Schloth., et donna le nom d'*Hypothyris* à une section rhynchonelloïde, à la tête de laquelle il plaça : *Atrypa cuboides*, Sow.

King reconnut depuis que le nom de *Epithyris* avait été dévié de son sens primitif et, pour éviter toute confusion, il le remplaça par un nouveau nom, *Dielasma*, qui devint synonyme du premier (3).

Pour la même raison, le nom d'*Hypothyris* doit être également abandonné.

Hemithyris. — En 1847, M. d'Orbigny (4) créa dans la famille des *Rhynchonellidæ*, le genre *Hemithyris*, pour certaines formes dont « l'ouverture est contiguë à la charnière, et sans deltidium » (5).

L'existence de pièces deltidiales a été depuis reconnue dans le type du genre : *H. psittacea ;* ces pièces, lorsque l'espèce est adulte, sont rudimentaires mais analogues à celles qui existent chez les

(1) King. *Permian Fossils*, p. 111.

(2) Phillips. *Paleozoic Foss.*, p. 55.

(3) Nat. Hist. Rev., t. VI, p. 519. Douvillé. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3e série, t. VII, p. 269.

(4) Comptes rendus Acad., t. XXV, p. 268.

(5) Ann. Sc. Nat., 3e sér., t. XIII, p. 332, 1850.

jeunes des Rhynchonelles. Quant aux caractères internes ils ne présentent aucune différence importante avec les Rhynchonelles des autres terrains.

Outre *R. psittacea*, espèce vivante, M. d'Orbigny range encore dans le genre *Hemithyris*, les formes globulenses des Terrains paléozoïques : *H. Wilsoni* et *H. subwilsoni*, *increbescens*, *Henrici*, *stricklandii*, etc., etc. (1).

Quelques années plus tard, M. Davidson publia une étude sur le genre Rhynchonelle (2) dans laquelle il n'admettait pas la nouvelle section d'*Hemithyris*, créée pour *Rh. psittacea*, parce qu'il pensait que les espèces paléozoïques (*R. Wilsoni* et *subwilsoni*) réunies à ce nouveau groupe, diffèrent plus de *Rh. psittacea* que cette dernière espèce ne diffère elle-même des vraies Rhynchonelles ; à ce propos l'auteur a figuré (*loc. cit.*, pl. XIII) des moules de *R. Wilsoni* et de *R. subwilsoni* (ces dernières provenant de Néhou), en même temps que des Rhynchonelles secondaires et vivantes, pour montrer les différences qui existent entre ces diverses formes. Il ajoutait que si plus tard une distinction générique devait avoir lieu pour la forme globuleuse paléozoïque, on ne saurait recourir au nom d'*Hemithyris* fait pour *Rh. psittacea*, mais qu'il faudrait reprendre celui d'*Hypothyris* de Phillips, 1847. Nous avons démontré comment ce nom doit aussi être abandonné, n'ayant point été défini par son auteur, et n'étant devenu précis que plus tard d'après une interprétation arbitraire de King.

Les prévisions de King et de M. Davidson ont été confirmées par les découvertes faites postérieurement, et le groupement de certaines formes globuleuses rhynchonelloïdes paléozoïques est devenu une section générique, par suite de la création du genre *Uncinulus* de M. Bayle (1878).

Il nous reste encore à examiner le genre *Rhynchotrema*, Hall, qui parfois a été confondu avec *Hemithyris*, et la valeur du groupe des *Térébratules Wilsoniennes* de Quenstedt.

Rhynchotrema. — Parmi les nombreuses Rhynchonelles paléozoïques de l'Amérique, M. Hall avait cru devoir faire une section pour une espèce gibbeuse qu'il avait d'abord désignée sous le nom de *Rh. increbescens* (1847) mais dont la première dénomination, *Rh. capax* de Conrad (1842) doit être seule conservée. — Voici les caractères essentiels qu'il signale : Plateau cardinal de la valve dorsale comme dans les Rhynchonelles, mais ayant « un processus cardinal central, étroit et plus distinct qu'il ne l'est d'ordinaire. » A la valve

(1) *Prod.*, t. I, pages 18, 37, 92.
(2) *Ann. and Mag. of Nat. Hist.*, Vol. IX, 2e série, p. 249-267, 1852.

ventrale, « l'espace triangulaire placé au-dessus des dents est occupé » totalement ou en partie par une area concave, solide, au-dessous de » laquelle il existe un foramen qui débouche au sommet de la valve » ou près de celui-ci. » Un épaississement de certaines parties de la valve qui rend les empreintes des muscles beaucoup plus profondes, principalement à la valve ventrale, est aussi signalé par M. Hall, mais ce caractère n'est souvent qu'accidentel et ne saurait être seul invoqué pour la création d'un nouveau genre.

En présence des renseignements encore vagues que l'on possède sur les caractères internes de *Rh. capax* (type du genre *Rhynchotrema*), et pour compléter les indications fournies par les dessins de M. Hall, nous figurons le crochet d'une valve ventrale, et le plateau cardinal de la valve dorsale d'une *Rh. capax* de Richmond (Hudson river group), provenant de notre collection et de la collection de l'École des Mines. Nous n'avons pu constater la présence de l'*area concave* signalée par Hall; il existe seulement une lame mince doublant la cavité apicale et limitée latéralement par les plaques dentales qui, dans cette espèce comme dans *Uncinulus*, se soudent aux parois de la valve. — A la valve dorsale, le plateau cardinal est constitué comme celui des Rhynchonelles; le seul caractère qui lui soit plus particulier, est l'importance du septum qui, en atteignant le plateau cardinal se bifurque en formant une petite cavité angulaire en forme de V, rappelant celle des *Stenocisma*, *Camaraphoria*, etc., — et montrant les liens intimes qui unissent les Rhynchonelles aux Pentamères.

Tous ces caractères de détail sont insuffisants pour la création d'un genre qui, du reste, semble avoir été abandonné par les auteurs américains, mais que nous avons tenu à rappeler pour montrer que *Rh. capax* n'appartient pas au même groupe que *R. subwilsoni*.

Groupe des Wilsoniennes de Quenstedt. — Quenstedt dans l'étude qu'il a faite des Brachiopodes siluriens et dévoniens (Bicorner des Uebergangsgebirge) (1), distingue plusieurs sections; dans l'une d'elles il groupe un certain nombre d'espèces autour de *Terebratula Wilsoni*, et il considère celles-ci comme les *vibrations d'une même forme dans le temps et dans l'espace;* il nomme ces différentes manifestations *Wilsoniennes* et intercale le mot *Wilsoni* entre le nom de genre (*Terebratula*) et le nom spécifique donné par les auteurs; *Terebratula Wilsoni gothlandica*, *Terebratula Wilsoni bohemica*, *Terebratula Wilsoni primipilaris*, etc., etc.

Ce nom ainsi employé, ne peut être considéré comme un terme

(1) Quenstedt. *Petrefactenkunde*, *Brachiopoden*, p. 192 à 201.

générique, ainsi que l'ont prétendu certains auteurs ; les règles de la nomenclature binaire s'y opposent, et nous ne voyons là qu'un groupe, plus ou moins artificiel, analogue à ceux qui furent établis par v. Buch (*Pugnacæ*, *Concinnæ*), et qui n'ont jamais été considérés comme des genres.

L'auteur du *Petrefactenkunde Deutschlands* montre les modifications que présente, suivant les localités, le type Wilsonien et nous partageons entièrement sa manière de voir en considérant les *U. subwilsoni*, *orbignyana*, etc., comme descendant de formes analogues du terrain silurien (*U. Wilsoni*, *princeps*, *Henrici*).

Toutefois, nous pensons que l'ensemble des caractères peut seul permettre de bien limiter ce groupe, et nous serons moins affirmatifs que l'auteur allemand pour l'adjonction de certaines espèces qui nous sont insuffisamment connues.

Les caractères internes que nous avons signalés, venant s'ajouter à ceux qui étaient déjà décrits, donnent une valeur générique au groupe des *Wilsoniennes* qui se trouvent ainsi séparées des véritables Rhynchonelles et qui, par conséquent, doivent être désignées par un nom spécial.

C'est pourquoi nous adoptons le nom de *Uncinulus*, Bayle, prenant avec ce savant paléontologiste, l'espèce *U. subwilsoni*, comme type de ce nouveau genre.

A cette première forme qui nous est la mieux connue au point de vue interne, nous ajouterons *U. Œhlerti*, provenant des mêmes couches, dont nous n'avons pu dégager le plateau cardinal, mais dont la disposition nous a été indiquée avec certitude par de nombreuses coupes.

Uncinulus subwilsoni, d'Orb., sp.

Pl. XXI, fig. 1, 1*a*, etc.

Hemithyris subwilsoni,	d'Orb.,	*Prod.*,	p. 92.
Terebratula	—	—	*Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e série, t. VII, p. 780.
—	—	—	Gueranger, Repert., p. 12.
—	—	—	Davidson *An. a. Mag. of Mat. hist.*, 1852.
Rhynchonella	—	—	de Verneuil. *Asie Mineure*, p. 9 et p. 468.

Coquille globuleuse, à front vertical, dont la largeur, la longueur et l'épaisseur sont presque égales dans tous les sens. Sinus et pli médian très peu accusés. Côtés de la coquille aplatis ou très légèrement convexes; région frontale subquadrangulaire, très élevée et presque plate, — commissure palléale, sinueuse, ne formant aucune saillie au milieu de la compression circulaire des valves.

Surface couverte de nombreux plis arrondis, très rapprochés, dichotomes, et de grosseur médiocre, remontant jusqu'au crochet et dont on compte environ 50 à 60 au bord palléal.

Valve ventrale, beaucoup moins profonde que l'autre valve, légèrement convexe près du crochet et présentant près du bord frontal une faible dépression médiane mal délimitée, qui se prolonge en une languette sub-carrée, à bords parallèles, qui ne remonte pas jusqu'à la partie supérieure de la région frontale et sur laquelle on compte huit à dix plis. — Bords de la valve retombant perpendiculairement.

Crochet petit, peu saillant, recourbé sur le sommet de la valve opposée, et perforé chez les jeunes par une petite ouverture ovalaire qui s'oblitère avec l'âge.

Deltidium rudimentaire composé de deux pièces, caché par la courbure du crochet.

(Intérieur). — Intérieur de la valve ventrale occupé en majeure partie par les empreintes musculaires des diducteurs qui sont profondes, striées longitudinalement, et forment une cavité semi-ovalaire, entourée par une crête et divisée par un septum médian; ce septum, très net, peu élevé, est large à sa base et tranchant au sommet (fig. 1*i*, 1*n*, 1*g*.)

Les diducteurs sont limités en arrière par une secrétion calcaire en forme de coin (1), qui prend de plus en plus d'importance avec l'âge, et dans laquelle est ménagée, au centre, une petite cavité très profonde, destinée à recevoir les muscles adducteurs qui sont séparés par la partie postérieure du septum médian qui s'amincit brusquement dans la partie comprise entre ces talons calcaires (fig. 1*i*).

Les plaques dentaires toujours très rudimentaires et accolées aux parois de la valve, disparaissent complètement à l'âge adulte, et la partie apicale comprise entre elles, forme une cavité arrondie, à parois épaisses et lisses.

Cet ensemble de caractères donne au moule interne un aspect tout particulier, par suite des dépôts calcaires qui encroûtent la base des muscles diducteurs et qui sont en creux dans les moules, tandis que les empreintes des diducteurs eux-mêmes, celles des adducteurs (2),

(1) Cette même disposition se retrouve dans les espèces suivantes : *Rhynch. orbignyana* (*Bul. Soc. géol. Fr.*, t. XII, pl. XVIII); *Rh. pila* (Schnur, Brach. Eifel, pl. XXVI); *Rh. subcordiformis* (Schnur, Brach. Eifel, pl. XXV), (25), etc., etc.; tandis que dans d'autres formes du groupe Wilsonien, les muscles diducteurs remontent jusqu'au crochet. Ex. : *Rhynch. princeps* (Barr. Brach. sil. de la Bohême, pl. XXVI).

(2) Le moulage de la cavité des adducteurs qui forme un relief étranglé à la base, est rarement conservé dans les moules internes que l'on trouve dans les grauwackes dévoniennes.

ainsi que la cavité apicale, sont représentées par des reliefs fortement accusés (fig. 1*n*).

Les impressions vasculaires dont le rameau ascendant nous est seul connu, sont très rapprochées de la crête qui entoure les diducteurs, de façon à laisser un espace extrêmement restreint aux impressions ovariennes. Cette branche ascendante donne naissance à cinq rameaux secondaires qui se subdivisent plusieurs fois dans leur parcours en formant des rameaux tertiaires, quaternaires et parfois même quinaires (fig. 1*l*).

Valve dorsale légèrement convexe, un peu aplatie ; pli médian peu distinct et ne s'élevant pas au-dessus de la convexité générale de la valve.

(Intérieur). — Surface interne remarquable par le peu d'importance que prennent les empreintes musculaires comparativement à celles de la valve opposée. Ces dernières sont constituées par deux impressions ovales très nettes, accompagnées en arrière de deux autres plus petites, qui leur sont juxtaposées. Ces quatre empreintes (adducteurs) qui sont à peu près placées à la moitié de la hauteur de la valve, sont séparées par un septum s'avançant jusque dans le voisinage du bord frontal (fig. 1*m*, 1*e*).

La forme du plateau cardinal et la disposition de l'appareil apophysaire ont été complètement décrites dans la diagnose générique (p. 422).

Cette espèce dont nous avons pu suivre le développement depuis la forme jeune ($1^{mm}\frac{1}{2}$) jusqu'à la forme adulte (20 millimètres) a toujours le même aspect globuleux et les mêmes proportions relatives des valves ; seulement le pli médian et le sinus sont beaucoup plus accusés dans le jeune âge, et le crochet, ainsi que nous l'avons dit plus haut, est perforé par un petit foramen ovalaire.

Uncinulus subwilsoni diffère de *Unc. Wilsoni*, Sow., de l'Angleterre, par sa forme générale moins arrondie, par la courbure de ses valves aplaties à leur partie supérieure et dont les bords retombent à angle droit, et enfin, ainsi que l'auteur l'a fait remarquer dans son Prodrome (p. 92), par ses plis plus fins et plus nombreux.

De même, elle se distingue de *Unc.* (1) *orbignyana*, de Vern., par son sinus et son bourrelet presque indistincts à l'âge adulte, et par l'absence d'une particularité qui caractérise cette espèce, nous voulons parler de la côte médiane longitudinale qui existe au milieu du sinus, et du sillon correspondant qu'on observe sur le bourrelet.

(1) *Rh. orbignyana*, de Vern. : *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e série, t. VII, pl. III, fig. 10.

Unc. cuboïdes, du dévonien supérieur, se distingue facilement de *Unc. subwilsoni* par la forme de sa valve dorsale, très renflée à la partie médiane, et dont les parties latérales s'abaissent graduellement jusqu'à la suture des valves qui présente un angle saillant, tandis que dans *Unc. subwilsoni* la commissure se confond dans l'aplatissement circulaire de la coquille.

Dans *Unc.* (1) *pila,* Schnur, du Dévonien de l'Eifel, il existe également une côte et un sillon au milieu du sinus et du bourrelet, mais beaucoup moins nettement définis que dans *Unc. orbignyana,* toutefois ce caractère, joint à sa forme plus large que dans *Unc. subwilsoni* suffit pour différencier ces deux espèces que Sandberger pensait pouvoir réunir.

Uncinulus Œhlerti, Bayle.

Pl. XXII, fig. 2, 2*a*, etc.

Terebratula Eucharis, de Vern., aff. Barr. *Bull. Soc. géol.,* 2e sér., , p. 780. t. VII
— — Gueranger, Repert., p. 12.
Atrypa — Œhlert, *Bull. Soc. géol. Fr.,* 3e sér., t. V, p. 597.
Uncinulus Œhlerti, Bayle. *Expl. cart. géol. Fr.* Atlas, pl. XI, fig. 17-20.

Coquille plus longue que large, renflée du côté dorsal, aplatie du côté ventral, et très épaisse au front où elle atteint son maximum de hauteur; région frontale subtrigone. Angle apical aigu, à partir duquel les contours latéraux s'arrondissent légèrement jusqu'à la partie antérieure de la coquille qui est droite. Commissure frontale très sinueuse et tranchante de chaque côté de la languette; commissure latérale non saillante. Sinus et pli médian peu nettement définis, excepté près du bord palléal. Surface ornée de 16 à 22 plis simples, arrondis, larges, peu élevés. Ces plis n'existent que dans le voisinage de la région frontale et disparaissent complètement sur tout le reste de la valve, ainsi que sur les bords de chaque côté du crochet, de sorte que la commissure latérale qui est fortement denticulée dans toute la seconde moitié de la coquille, devient absolument rectiligne dans la partie postérieure. — Les plis qui ornent le sinus et le bourrelet sont beaucoup plus forts que les autres, et en nombre variable (2 à 7) (fig. 2*c*, 2*g*).

Valve ventrale aplatie, légèrement convexe près du crochet et déprimée vers le front. Bords latéraux courts et recourbés à angle droit. Partie médiane de la valve se prolongeant en une longue languette, un peu concave, qui retombe perpendiculairement et dont le sommet

(1) Sandberger. *Rhein. Schich. in Nassau,* pl. XXXIII, f. 13.

légèrement arrondi, remonte presque jusqu'au point culminant de la région frontale.

Crochet petit, aigu, recourbé sur le sommet de l'autre valve; foramen très petit, s'oblitérant avec l'âge; côtés du crochet carénés.

(Intérieur). Plaques rostrales rudimentaires et soudées aux parois de la valve. Impressions musculaires des diducteurs allongées, très profondes, striées obliquement et remontant jusqu'au crochet, sans qu'il existe postérieurement de dépôt calcaire analogue à celui qu'on observe dans *U. subwilsoni*, et dans ses congénères. Les adducteurs sont petits, centraux, et complètement entourés par les diducteurs. Ces muscles sont séparés par un septum qui ne dépasse pas ordinairement le milieu de la valve, et sont limités circulairement par une petite crête (fig. 2*m*).

Valve dorsale très bombée suivant son axe longitudinal; sans bourrelet distinct, sauf au bord frontal où il se relève et se montre orné de plis très courts et en nombre variable. — Parties latérales très développées et s'abaissant rapidement par une légère courbure pour rejoindre les bords de la valve ventrale, avec lesquels elles s'unissent sans former d'arête. Sommet apical bien développé, disparaissant sous le crochet de la valve ventrale.

(Intérieur). Le plateau cardinal que nous n'avons pu dégager complètement nous a cependant montré très nettement les petites crêtes parallèles qui occupent la partie postérieure du plateau cardinal d'*U. subwilsoni* et qui paraît être une surface d'insertion pour les muscles diducteurs; le reste du plateau, d'après les nombreuses coupes que nous avons faites, nous paraît du reste conforme à celui que nous avons décrit dans la diagnose générique d'*Uncinulus*. De chaque côté du plateau cardinal, on observe, comme dans l'espèce de d'Orbigny, un renflement allongé qui accompagne le bord cardinal et qui laisse dans les moules une empreinte très accusée. — Le septum est élevé, et s'étend environ sur la moitié de la longueur de la coquille, séparant les empreintes des adducteurs qui sont placées un peu en avant du milieu de la valve; celles-ci sont peu profondes et constituées par quatre empreintes, dont deux très nettes, de forme ovoïde, en arrière desquelles se trouvent deux autres petites empreintes qui sont juxtaposées aux premières et qui se prolongent un peu le long du septum (fig. 2*l*).

Les impressions vasculaires, visibles sur un certain nombre de moules internes, sont constituées de chaque côté par deux branches principales : l'une ascendante, l'autre descendante. Le rameau ascendant qui a son point de départ à la partie antérieure des adducteurs, décrit d'abord une courbe semi-circulaire qui laisse un assez

large espace libre pour les impressions ovariennes, puis remonte le long des parties latérales en fournissant de nombreux rameaux secondaires (8 environ), qui se bifurquent plusieurs fois dans leur parcours suivant des angles aigus, formant ainsi des rameaux ternaires, quaternaires, et parfois quinaires. — La branche descendante est courte et ne fournit qu'un petit nombre de ramifications au bord frontal (fig. 2*h*, 2*i*).

Cette espèce, ainsi que l'avait fait observer M. de Verneuil (1), diffère de l'espèce de Bohême (*R. Eucharis*, Barrande), « par sa forme globuleuse et par ses plis qui disparaissent avant d'atteindre le crochet. »

Nous ferons remarquer toutefois que certaines variétés figurées récemment par M. Barrande, tendent à rapprocher ces deux formes, et il serait sans doute possible de trouver tous les passages entre les termes extrêmes du Silurien de Bohême et du Dévonien inférieur de l'ouest de la France, où cette espèce présente certaines variations suivant les gisements et les couches qui la renferment (2).

Spirifer Venus, d'Orbigny.

Pl. XVIII, fig. 3, 3*a*, etc.

Spirifer Venus, d'Orbigny, Prod., p. 95, n° 923, t. I.
— non Bayle, Atlas, pl. XIV, fig. 9, 10.

Coquille de taille médiocre, très transverse, et presque deux fois aussi large que longue ; sinus et pli médian lisses. Parties latérales s'amincissant et devenant très étroites à leurs extrémités où elles sont effilées et pointues. Plis au nombre de 7 à 9 de chaque côté ; ces plis sont simples, élevés, anguleux et diminuent graduellement d'importance depuis le milieu de la valve jusqu'à l'extrémité cardinale où ils sont beaucoup plus petits, mais toujours bien accusés. Stries d'accroissement squammeuses, imbriquées et très rapprochées surtout près du bord palléal.

Valve ventrale avec un sinus étroit, profond, dont les talus sub-parallèles laissent entre eux une surface aplatie, et très nettement définie depuis le bord frontal jusqu'au sommet de la coquille. Crochet petit, recourbé au-dessus de l'aréa qui est peu élevée, légèrement concave et pourvue d'une large ouverture triangulaire médiane.

Valve dorsale avec un bourrelet très saillant, dont le sommenl présente un méplat bien caractérisé ; crochet nul, aréa linéaire.

(1) *Bull. Soc. Géol de Fr.*, 2e série, t. VII, p. 780.
(2) Barrande. *Syst. Sil. Bohême*, vol. V, pl. XXVI, fig. 4, pl. LXXXIII, fig. 2.

Cette espèce par sa forme mucronée et par la constitution de ses plis appartient au même groupe que les *Sp. Rousseau* et *subspeciosus*. Cette dernière forme que M. de Verneuil décrivit pour la première fois dans un travail sur les fossiles dévoniens de Sabero (1), lui paraissait voisine de l'espèce que nous décrivons, car il ajoute dans ses rapports et différences : « On trouve aussi dans les couches dévoniennes de Normandie et de la Sarthe des *Spirifer* très voisins de celui-ci (*S. speciosus*) et qui n'en diffèrent que par les stries transverses qui recouvrent les plis longitudinaux. »

Toutefois la forme subcarrée et peu transverse de la figure donnée ne rappelle nullement la disposition aliforme de *Sp. Venus;* de plus les plis, un peu plus nombreux (10 à 12 sur chaque côté), sont arrondis au sommet et non anguleux et le bourrelet ne présente pas l'aplatissement caractéristique de l'espèce de d'Orbigny. En outre, MM. Quenstedt (2) et Barrois (3) ont fait observer que la seule figure donnée par l'auteur ne représente qu'une variété de petite taille, très aplatie et peu transverse, et qu'il existe d'autres formes appartenant à la même espèce qui sont beaucoup plus larges et plus rapprochées comme contour du *Sp. speciosus*. La figure donnée par M. Barrois (Pl. IX, fig. 9), se rapproche davantage de la forme générale du *Sp. Venus*, mais les plis sont plus nombreux, plus arrondis, et le bourrelet ne présente pas le caractère très constant que nous avons signalé dans l'espèce de d'Orbigny et que cet auteur dans la courte diagnose donnée dans le *Prodrome* avait négligé de mentionner : « Espèce très allongée transversalement, aiguë sur les côtés, ornée de neuf grosses côtes de chaque côté du sillon médian. »

M. Bayle a figuré sous le nom de *Sp. Venus* (Pl. XIV, fig. 9, 10), une forme de grande taille, très transverse, à côtes nombreuses (15 de chaque côté) et à bourrelet arrondi, qui ne peut être considérée comme représentant le type de d'Orbigny, décrit dans le *Prodrome* et existant dans la collection du Muséum.

L'espèce que nous figurons est assez abondante dans les schistes dévoniens qui alternent avec les calcaires de Saint-Jean-sur-Mayenne; elle présente dès le jeune âge sa forme caractéristique et les spécimens de très petite taille sont bien distincts des *Spirifer Rousseau*, *lævicosta*, et *undiferus* avec lesquels ils se trouvent mélangés. Nous figurons un individu de 3 millimètres de long, qui présente déjà l'aplatissement du bourrelet, ainsi que la forme générale de cette

(1) *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 2e série, II, VII, 1855, p. 159, pl. IV, fig. 5 *a*, *b*, *c*.
(2) Quenstedt. Pl. LII, fig. 43.
(3) Barrois. Ter. Anc. des Asturies, p. 247.

espèce. — La taille maximum du *Spirifer Venus* est toujours inférieure à celle qu'atteint normalement le *Sp. Rousseau*. Dans l'espèce de d'Orbigny, les valves, arrivées à l'âge adulte, s'accroissent lentement sur les bords, par une série de lamelles imbriquées, très serrées, qui, par leur superposition donnent un aspect plus globuleux à l'individu, sans augmenter sensiblement ses dimensions en longueur et en largeur.

Orthis fascicularis, d'Orb., 1847.

Pl. XVIII, fig. 1, 1*a*, etc.

Orthis orbicularis, d'Arch. et de Vern. (non Sow.)*Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 2e série, t. II, p. 478, pl. XV, fig. 9.
— *fascicularis*, d'Orbigny, Prodrome, t. I, p. 90.
— *orbicularis* d'Arch. et de Vern. (non Sow.), *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 2e série, t. VII, p. 782.
— — — *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 2e série, t. XII, p. 1016.
— — — id. t. XXI, p. 151.
— — — de Verneuil, Paléont. Asie Mineure, p. 29.
— — — Barrois, Ter. anc. Asturies, p. 234.

Coquille subpentagonale, plano-convexe; surface couverte de petites côtes rayonnantes, anguleuses, saillantes, très nombreuses et de grosseur inégale par suite de l'intercalation de côtes intermédiaires qui naissent irrégulièrement sur toute l'étendue de la valve, mais qui sont surtout abondantes près du bord palléal; en se rapprochant de la charnière elles forment de petits faisceaux entre les côtes primordiales, caractère qui a valu à cette espèce le nom de *fascicularis* donné par d'Orbigny. En se rapprochant du crochet, les côtes s'infléchissent fortement vers la ligne cardinale, caractère visible sur les deux valves, mais particulièrement évident sur la valve dorsale. — Toutes ces stries rayonnantes sont traversées par des lignes d'accroissement nettement accusées et au nombre de 3 ou de 4, qui semblent indiquer que dans le jeune âge, la coquille avait une forme un peu plus transverse. Ligne cardinale rectiligne, présentant le minimum de largeur de la coquille, le maximum se trouvant reporté vers le 1/3 inférieur de la valve non loin du bord frontal qui est droit sur une partie de son étendue. Aréas aux deux valves faisant entre elles un angle de 45°.

Valve ventrale très légèrement carénée le long de la ligne médiane. Crochet très petit, presque nul. Aréa triangulaire surbaissée et pourvue d'un large foramen fermé à sa partie supérieure par un delti-

dium rudimentaire, la base de l'ouverture étant occupée par le processus cardinal de l'autre valve.

Valve dorsale avec un faible sinus médian allant du crochet au bord frontal où il s'évase et s'accuse de façon à relever légèrement la ligne de commissure des valves. Nucleus distinct au sommet de la valve où il forme une légère saillie au-dessus de l'arête cardinale qui est droite. — Aréa plus étroite que celle de la valve opposée, et présentant au milieu un renflement triangulaire auquel certains auteurs donnent le nom de *pseudodeltidium* ou *hypodeltidium* et qui n'est autre chose que la base du processus cardinal.

Le spécimen typique de la collection d'Orbigny, que nous figurons, présente moins d'épaisseur que la majeure partie des échantillons de Ferrones que nous avons eus entre les mains ; dans celui-là, la valve dorsale est plane, tandis que dans les autres elle est légèrement bombée.

Historique. — Cette espèce a été découverte en Espagne par MM. de Verneuil et d'Archiac qui la réunirent « avec doute », à *O. orbicularis*, Sby. Ces auteurs ajoutaient : « L'*O. orbicularis* à laquelle nous la rapportons provisoirement n'a encore été signalée qu'en Angleterre dans l'étage silurien du Ludlow. »

Quelques années après, d'Orbigny reconnaissant dans la forme dévonienne d'Espagne, une espèce distincte, lui donna le nom d'*O. fascicularis*. Il la caractérisa en ces termes : « Espèce suborbiculaire, très déprimée, petite valve presque plate ornée de stries en faisceaux qui partent de centres communs, droits au milieu, arqués sur les côtés. Espagne, Ferrones Asturies (1). »

Cette diagnose semble avoir échappé aux auteurs qui depuis ont étudié les faunes paléozoïques d'Espagne et M. de Verneuil (2) ayant plus tard admis avec Sowerby, que l'*O. orbicularis*, Sby, du Silurien, n'est autre qu'une variété d'*O. elegantula*, crut pouvoir garder pour l'espèce du Dévonien d'Espagne, qu'il regardait alors comme une forme distincte, le nom d'*O. orbicularis* sous lequel il l'avait désignée tout d'abord (3).

C'est sous ce nom qu'on la trouve mentionnée dans tous les travaux postérieurs, sans qu'il soit fait mention du nom d'*O. fascicularis* donné par d'Orbigny.

(1) Prodrome. T. I, p. 90.

(2) Voir (1850), *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 2e série, t. VII, et (1866), Asie Mineure Paléontologie, p. 29. Voir Siluria, pl. XX, fig. 9.

(3) Pour Davidson, *O. orbicularis*, Sby, est synonyme de *O. lunata*, British, Fos. Brach., part. VII, n° 3, p. 215.

Bien que le nom d'*O. orbicularis* ait été donné à l'espèce dévonienne d'Espagne, par MM. d'Archiac et de Verneuil en 1845 et que le nom de d'Orbigny date de quelques années plus tard, ce dernier doit cependant être seul conservé, le nom d'*orbicularis* ayant été employé par Sowerby ponr désigner une autre forme qui est tombée en synonymie, et ne pouvant être repris par aucun autre auteur.

Cette espèce, ainsi que l'avait reconnu M. de Verneuil dans sa description, appartient au groupe des *Arcuato striatæ*, c'est-à-dire aux Orthis dont les stries sont arquées vers la région cardinale (1). Ex. : *O. opercularis*, *Gervillei*, *basalis*, etc.

Leptæna Thisbe, d'Orb., 1847.

Pl. XVIII, fig. 2, 2*a*.

« Espèce un peu transverse, néanmoins presque aussi longue que large, peu » convexe, ornée de fines stries dichotomes, rayonnantes, égales. »

Néhou.

D'Orb. *Prodrome*, N° 799, t. I, p. 89.

Cette espèce dont nous connaissons seulement la valve ventrale, est médiocrement bombée et à contours arrondis. — Ligne cardinale égalant la plus grande largeur de la coquille. — Surface externe couverte de fines stries rayonnantes très nombreuses et régulières. — Aréa striée transversalement.

Le moule interne de la même valve montre un septum médian qui occupe les 2/3 de la longueur de la valve et sépare les impressions musculaires qui sont flabelliformes et limitées du côté externe par une petite crête.

Ce *Leptæna* appartient au groupe de *Leptæna explanata*, Sow. (V. Schnur., Dunk. et Mayer., t. III, pl. XXXIX, fig. 6, d'Arch. et de Vern. Trans. Géol. Soc., 2e sér., vol. VI, pl. XXXVIII, fig. 8).

La figure de Schnur est celle d'un moule interne de valve ventrale qui semble bien identique à celle de *Lept. Thisbe*. Le peu de caractères, fournis par l'échantillon type de d'Orbigny, ne paraît pas justifier la création d'une nouvelle espèce; d'un autre côté, nous ne pouvons, pour les mêmes motifs, l'identifier au *Leptæna explanata*, Sow.; en tous cas, nous pensons éclairer la question en le faisant figurer.

(1) Le caractère des stries à courbure concave vers la ligne cardinale n'est point indiqué dans la figure donnée par M. de Verneuil, *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 2 série, t. II, pl. XV, fig. 9.

Nous pensons que cette espèce a pu être désignée sous le nom d'*Orthis hipparionyx* par certains auteurs (1).

Strophalosia Lorierei, d'Orb., sp.

Pl. XVIII, fig. 4, 4*a*, etc.

Productus Lorieri, d'Orb., 1847. *Prod.*, t. I, p. 78. N° 779.
— — — 1855. Davoust, *Bull. Soc. ag. Sarthe*, 2e sér., t. III, p. 474.

Coquille presque plano-convexe, subtrigone, à contours arrondis sauf à la partie médiane du bord frontal qui est droite. Ligne cardinale courte et rectiligne. Aréa à chaque valve, formant entre elles un angle très ouvert.

Valve ventrale globuleuse, surtout près du crochet; celui-ci est petit, peu saillant, surmonte l'aréa qui est de dimension moyenne et présente au centre une petite ouverture triangulaire fermée par un deltidium. Surface ornée de côtes longitudinales arrondies, subégales et présentant dans le sens de leur longueur quelques renflements qui indiquent la base des épines. Des stries concentriques d'accroissement sont visibles près du crochet, sur le premier tiers de la coquille.

Valve dorsale faiblement concave et ornée de côtes longitudinales, moins saillantes que celles de l'autre valve, et de côtes concentriques qui existent sur toute l'étendue de la surface dorsale.

Aréa étroite, nettement définie.

Dimensions : Longueur, 14 mill. Largeur, 10 mill. Épaisseur, 6 mill.

Observations. — La forme productoïde, qui apparaît dans le Dévonien, est représentée à la base de ce terrain, tant en Amérique qu'en Europe, par de rares espèces que les auteurs américains, M. Hall en particulier, ont une tendance à désigner sous le nom de *Productella*. Chez les espèces qui ont servi à caractériser ce genre, les impressions musculaires et les impressions réniformes rappellent celles des *Strophalosia;* la forme générale est celle d'un *Productus*, il existe une longue et étroite aréa à chaque valve ainsi que des dents cardinales, caractères qui manquent aux *Productus* de l'époque carbonifère. Outre les genres *Productus* et *Productella*, signalés dans le Dévonien, quelques auteurs ont aussi indiqué un petit nombre d'espèces qu'ils ont rapportées au genre *Strophalosia*, groupe éminemment permien, caractérisé extérieurement par une aréa ventrale bien développée et munie d'un deltidium, une ligne cardinale courte,

(1) De Tromelin. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3e sér., t. XIV, p. 3; Bonnissent : *Géologie de la Manche*, p. 252.

et le peu de concavité de la valve dorsale. L'existence de ce genre dans le terrain dévonien a été mise en doute par M. Hall (1), qui pense que les espèces en question ont été placées dans le genre *Strophalosia*, d'après la forme externe et que la disposition des caractères internes les séparent de ce groupe pour les ranger dans les genres *Productus* ou *Productella*. Quoi qu'il en soit et bien que nous ne connaissions pas l'intérieur de *Productus Lorierei*, nous croyons toutefois qu'il mérite plutôt le nom de *Strophalosia* que celui de *Productus* ou de *Productella* par sa forme générale trigone, le peu de longueur de la ligne cardinale et surtout le développement en hauteur de l'aréa ventrale.

D'Orbigny avait signalé cette espèce dans le terrain dévonien de Viré (Sarthe), où elle fut découverte par M. de Lorière. Il la caractérise ainsi : « Petite espèce qui diffère des trois précédentes (*Pr. productoides*, *dissimilis* et *subaculeatus*) par ses stries rayonnantes régulières et par les rides transverses de son crochet. » Nous pouvons ajouter par sa forme générale et la disposition de sa région cardinale.

Deux espèces de *Productus* ont été signalées dans le Dévonien de Gahard : *P. subaculeatus*, Murch. et *P. Twamleyi*, M. Rouault. La première forme, qui est abondante dans le Dévonien supérieur de Ferques, nous paraît fort douteuse dans les calcaires de Gahard et nous n'avons jamais rien trouvé dans les gisements analogues qui pût rappeler cette espèce. Quant au *P. Twamleyi*, il rentre dans la catégorie trop nombreuse des espèces énigmatiques signalées par Marie Rouault.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche XVIII.

Fig. 1. *Orthis fascicularis*, d'Orb. Valve dorsale, gr. nat.
— 1*a*. — — Valve ventrale, gr. nat.
— 1*b*. — — Front, gr. nat.
— 1*c*. — — Profil, gr. nat.
— 1*d*. — — Région cardinale, grossie.

Échantillon provenant de Ferroñes (Espagne). Col. d'Orbigny.

Fig. 2. *Leptæna Thisbe*, d'Orb. Moule interne de la valve ventrale.
— 2*a*. — — Moule externe de la valve ventrale.

Échantillon en grauwache, provenant de Néhou. Col. d'Orbigny.

Fig. 3. *Spirifer Venus*, d'Orb. Valve ventrale, gr. nat.
— 3*a*. — — Valve dorsale, gr. nat.
— 3*b*. — — Front.
— 3*c* 3*d*. — — Individu jeune, grossi.

Échantillon provenant de Saint-Jean-sur-Mayenne.

(1) *Paleont. of New-York*, vol. IV, p. 151.

Fig. 4. *Strophalosia Lorierei*, d'Orb., sp. Valve dorsale, gr. nat.
— 4*a*. — — Profil.
— 4*b*. — — Valve ventrale.
Fig. 5*a*. *Rhynchonella fallaciosa*, d'Orb. Valve ventrale.
— 5*b*. — — Valve dorsale.
— 5*c*. — — Profil.
— 5*d*. — — Front.
— 5*e* 5*f* 5*g*. — — Forme aplatie, non adulte.
— 5*h*. — — Moule interne (valve dorsale).
— 5*i*. — — Moule interne (valve ventrale).
— 5*k*. — — Moule interne, vu du côté du crochet.
— 5*l*. — — Plateau cardinal.
— 5*m* 5*n* 5*o*. — — Individu jeune, grossi.

Planche XIX.

Fig. 1. *Rhynchonella cypris*, d'Orb. Valve dorsale, gr, nat., Saint-Jean.
— 1*a*. — — Valve ventrale, gr. nat.
— 1*b*. — — Front.
— 1*c*. — — Profil.
— 1*d*. — — Plateau cardinal.
— 1*e*. — — Section longitudinale montrant l'un des cruras.
— 1*f*. — — Individu jeune.
— 1*g*. — — Individu plus grand.
— 1*h*. — — Moule interne, valve dorsale; *ad et ad'* adducteurs.
— 1*i*. — — Moule interne, valve ventrale; *ad*, adducteurs; *dav*, diducteurs et ajusteurs ventraux.
— 1*k* 1*l* 1*m*. — — Variété globulense. La Baconnière.
Fig. 2. *Rhynchonella Pareti*, de Vern. Valve dorsale, gr. nat. (Espagne).
— 2*a*. — — Front, gr. nat.
— 2*b*. — — Profil, gr. nat.
— 2*c*. — — Valve ventrale un peu renversée.
— 2*d*. — — Variété globuleuse, profil.
— 2*e*. — — — front.
— 2*f*. — — Individu jeune, gr. nat.
— 2*g*. — — — —
— 2*h*. — — — —
— 2*i*. — — — —
Fig. 3. *Rhynchonella subpareti*, Œhl. Front.
— 3*a*. — — Profil.
— 3*b*. — — Valve dorsale.
— 3*c*. — — Individu jeune, grossi.
— 3*d*. — — — —
— 3*e*. — — — —

Planche XX.

Fig. 1. *Rhynchonella boloniensis*, d'Orb. Valve ventrale, gr. nat. Type provenant de Ferques. Col. d'Orbigny.
— 1*a*. — — Valve dorsale.

— 1*b*. — — Profil.
— 1*c*. — — Front.
Fig. 2. *Rhynchonella Guillieri*, Œhl. Valve dorsale, gr. nat. Viré.
— 2*a*. — — Valve ventrale.
— 2*b*. — — Profil.
— 2*c*. — — Front.
— 2*d*. — — Individu plus globuleux, gr. nat.
— 2*e*. — — Le même, vu de front.
Fig. 3. *Rhynchonella cynocephala*, Rich. Valve ventrale grossie, montrant les impressions ovariennes et les empreintes musculaires.
— 3*a*. — — Région cardinale de la valve dorsale.
Fig. 4. *Rhynchonella nigricans*, Sow. Crochet de la valve ventrale montrant la doublure qui tapisse le sommet de la valve entre les lamelles dentaires Echant. du musée de Laval, grossi. (Vivant).
— 4*a*. — — Région cardinale de la valve dorsale.
— 4*b*. — — Valve dorsale renversée, montrant le septum et les impressions musculaires.
Fig. 5. *Rhynchonella limbata*, Schloth. Crochet et deltidium de la valve ventrale, grossi. (Craie de Meudon).
— 5*a*. — — Région cardinale de la valve dorsale montrant l'étroite ouverture du plateau cardinal et les deux protubérances qui existent à la base des cruras.
Fig. 6. *Rhynchonella psittacea*, Gmel. Crochet de la valve centrale. (Vivant).
— 6*a*. — — Région cardinale de la valve dorsale.
— 6*b*. — — Individu jeune, agrandi.
Fig. 7. *Rhynchonella vespertilio*, d'Ord. Région cardinale de la valve dorsale.
Fig. 8. *Rhynchonella sulcata*, Parkinson. Moule interne montrant les ramifications du système vasculaire, d'après Davidson. *Pal. Ter. crét.*, pl. X, fig. 35,
Fig. 9. *Rhynchonella*, sp. Crochet de la valve ventrale, renversé pour montrer la disposition des dents et des lamelles dentaires. (Grande Oolithe).
Fig. 10. *Rhyncotrema capax*, Conrad. Valve ventrale, d'après un échantillon de l'Ecole des Mines.
— 10*a*. — — Crochet de la valve ventrale, grossi.
— 10*b*. — — Plateau cardinal.

Planche XXI.

Fig. 1. *Uncinulus subwilsoni*, d'Orb. Valve ventrale.
— 1*a*. — — Valve dorsale.
— 1*b*. — — Profil.
— 1*c*. — — Le même, vu du côté frontal.
— 1*d*. — — Le même, vu du côté cardinal.
— 1*e*. — — Valve dorsale vue de l'intérieur.

— 1*f*.	—	—	Plateau cardinal, grossi.
— 1*g*.	—	—	Le même, renversé pour montrer l'insertion du septum sous la protubérance cardinale.
— 1*h*.	—	—	Valve ventrale, vue à l'intérieur.
— 1*i*.	—	—	La même, agrandie.
— 1*j*.	—	—	Section d'un moule interne montrant le septum dorsal et l'une des pointes crurales.
— 1*k*.	—	—	Section montrant l'épaississement du test et l'importance du septum médian dans la région cardinale.
— 1*l*.	—	—	Moule interne, montrant la disposition des rameaux ascendants du système vasculaire, à la valve ventrale.
— 1*m*.	—	—	Moule interne, montrant les impressions musculaires (valve dorsale).
— 1*n*.	—	—	Le même, vu du côté ventral.
— 1*o*.	—	—	Le même, vu de profil.
— 1*p*.	—	—	Le même, vu du côté frontal.
— 1*q*.	—	—	Individu jeune, grossi trois fois.
— 1*r*.	—	—	Le même, vu de profil.
— 1*s*.	—	—	Le même, vu de front.

Planche XXII.

Fig. 1.	*Rhynchonella Barroisi*,	Œhl.	Moule interne, vu du côté ventral, gr. nat.
— 1*a*.	—	—	Le même, vu du côté dorsal.
— 1*b*.	—	—	Le même, vu de profil.
— 1*c*.	—	—	Échantillon vu de front.
— 1*d*.	—	—	Section montrant l'une des pointes crurales.
Fig. 2.	*Uncinulus Œhlerti*,	Bayle.	Vu du côté dorsal, gr. nat.
— 2*a*.	—	—	Côté ventral.
— 2*b*.	—	—	Front.
— 2*c*.	—	—	Autre individu n'ayant que deux plis dans le sinus.
— 2*d*.	—	—	Valve ventrale (forme triangulaire).
— 2*e*.	—	—	Valve dorsale.
— 2*f*.	—	—	Profil d'un individu présentant la forme normale.
— 2*g*.	—	—	Front d'un spécimen ayant sept plis dans le sinus.
— 2*h*.	—	—	Moule interne montrant la forme des empreintes musculaires et la disposition du système vasculaire (valve dorsale).
— 2*i*.	—	—	Le même, vu de profil.
— 2*k*.	—	—	Moule interne, vu du côté cardinal.
— 2*l*.	—	—	Le même, vu du côté dorsal.
— 2*m*.	—	—	Le même, vu du côté ventral.
— 2*n*.	—	—	Section montrant le septum ventral, le septum dorsal et le système apophysaire, grossi.

M. Bleicher fait la communication suivante :

Note sur la **limite inférieure** *du* **Lias** *en* **Lorraine,**

par M. **Bleicher.**

La limitation exacte et précise du Jurassique et du Trias n'a pas encore fait dans nos régions l'objet d'un travail d'ensemble et nous ne trouvons, dans les auteurs qui se sont occupés de ces terrains, au point de vue à la fois stratigraphique et paléontologique, que peu de renseignements sur ce sujet.

Levallois, en 1851 (1), indique à la partie supérieure du Keuper la présence de marnes rouges, puis, en 1856, de grès à *Avicula contorta* dans les environs de Dieuze (Lorraine annexée) et reconnaît leur existence au même niveau dans le département de la Meurthe. L'étage du Keuper, tel qu'il le comprend, se termine par des marnes rouges ou versicolores surmontant les couches à *Avicula contorta* et les séparant des assises les plus inférieures du Lias inférieur. Celui-ci est divisé en deux groupes caractérisés, l'un par la Gryphée arquée, l'autre par les Bélemnites courtes.

En 1862, MM. Terquem et Piette signalent la zone à *Ammonites angulatus* dans la colline de Varangeville-Saint-Nicolas, dont ils donnent une coupe comprenant une partie du Rhétien. En 1865 (2), les mêmes observateurs s'expliquent ainsi qu'il suit sur cette question : « Dans la Meurthe et dans la Moselle, le Lias ne présente que » des assises marneuses. Il commence par une couche d'argile » rouge sans fossiles. De nombreux bancs de marnes bleuâtres et de » calcaires propres à la fabrication de la chaux hydraulique la » recouvrent. Les plus inférieurs renferment des *Ammonites pla-* » *norbis;* ceux qui leur sont superposés contiennent des *Ammonites* » *angulatus;* puis vient la puissante formation des calcaires à *Ostrea* » *arcuata*, dont les couches supérieures renferment des *Belemnites* » *acutus.* »

Les zones à *Avicula contorta*, à *Ammonites angulatus*, séparées par une couche de marne rouge dans le département de la Meurthe, se trouvent donc nettement indiquées par les travaux de nos devanciers. Il nous reste à étudier à fond chacune d'elles, soit au point de vue stratigraphique, soit surtout au point de vue paléontologique, à

(1) *Aperçu géologique du département de la Meurthe* (*Ann. min.*, 4e sér., t. XIX, p. 18).

(2) *Le Lias inférieur de l'Est de la France* (*Mém. Soc. géol.*, p. 5).

les suivre sur une certaine distance pour en constater les variations. Nous avons aussi à rechercher l'*Ammonites planorbis* et à déterminer la signification des marnes rouges, keupériennes ou infrà-liasiques suivant Levallois, liasiques suivant MM. Terquem et Piette. Cette note a pour objet de donner un premier aperçu sur cette question et ne doit être considérée que comme une introduction à l'étude du Rhétien et du Lias inférieur, que nous poursuivons depuis quelques années dans le département de Meurthe-et-Moselle. Elle ne porte que sur une partie de la bande rhétienne et sinémurienne qui y affleure ; celle qui s'étend sur 35 kilomètres environ, de Lenoncourt, Varangeville-Saint-Nicolas à Bainville-aux-Miroirs et Gripport, au sud de Bayon. Les localités les plus riches en fossiles sont, *pour le Rhétien :* Flavigny-sur-Moselle, Varangeville-Saint-Nicolas, routes de Lenoncourt et de Manoncourt, Saint-Phlin, Xeuilley, Saint-Remimont, Bainville-aux-Miroirs, Gripport ; *pour la zone à Ammonites angulatus :* Flavigny, Saint-Remimont, Bayon.

Acceptant comme zone limite du Lias et du Rhétien les marnes rouges ou versicolores de Levallois, qui forment un niveau excellent, partout facile à constater, nous étudierons successivement : 1° le *Rhétien*, qui se trouve au-dessous des marnes rouges ; 2° *la zone à A. angulatus* qui se trouve au-dessus.

1° *Rhétien*. La limite supérieure du Rhétien est facile à tracer, grâce à la présence des marnes rouges de Levallois, grâce aussi au changement brusque de la nature des dépôts, qui, de gréseux ou dolomitiques qu'ils étaient, deviennent tout à coup marno-calcaires, avec l'apparition de l'*Ammonites angulatus*. C'est à la surface supérieure des marnes rouges de Levallois que nous plaçons la limite du Rhétien et de la zone à *A. angulatus*, contrairement à l'opinion de MM. Terquem et Piette. Cette opinion nous est suggérée en l'absence de fossiles, par la nature minéralogique de ce dépôt qui ne rappelle en rien les calcaires marneux du Lias inférieur, tandis qu'il imite à s'y méprendre les marnes versicolores du Keuper, auquel le Rhétien est intimement lié.

La limite inférieure du Rhétien est plus indécise, quoique cependant il paraisse logique de la faire passer au-dessous des grès à *Avicula contorta*, là où (Varangeville Saint-Nicolas) disparaissent les marnes durcies, plus ou moins feuilletées, couvertes de *Lingula tenuissima*, Bronn.

Entre ces limites, il y a souvent 8 à 10 mètres de grès siliceux fins, ou passant au poudingues, de dolomies grenues ou compactes, de marnes feuilletées grises ou noires, de marnes rouges ou jaunâtres.

En général on observe la succession suivante, de bas en haut :

Premier massif de grès siliceux à grains fins, passant rarement au poudingue, de dolomies grises grenues, sableuses et sub-cristallines, ou plus ou moins compactes, avec ou sans cailloux roulés quartzeux. Ces roches sont généralement assez riches en fossiles, et atteignent l'épaisseur de 4 à 6 mètres. Nous y avons constaté (1) la présence des espèces suivantes :

Gyrolepis tenuistriatus, Ag., Gripport.
Saurichtys acuminatus. Ag., Gripport,
Chemnitzia (*Turbonilla*) indéterminable, Gripport, Varangeville.
Avicula contorta, Portl., Flavigny-sur-Moselle, Blainville (Levallois).
Anatina præcursor, Qu., Flavigny, Saint-Phlin.
Gervillia præcursor, Qu., Flavigny, Varangeville, Flavigny, Gripport.
Cardium philippinum, Dunk., Varangeville, Flavigny, Gripport.
Mytilus minutus, Goldf., Flavigny, Gripport.
Trigonia postera, Qu., Flavigny.
Pecten cloacinus, Qu., Flavigny.

Marnes feuilletées, noires ou grises, tachetées de blanc, sans fossiles ou avec traces de végétaux indéterminables. Épaisseur : 1 mètre à $1^{m}50$.

Deuxième massif de grès siliceux plus ou moins compact, passant souvent au poudingue, surtout vers la partie supérieure, à ciment calcaire, et plus rarement dolomitique, contenant de rares fossiles bivalves du genre *Anatina*, et des os, dents et écailles de poissons et de reptiles appartenant aux espèces suivantes : *Saurichtys acuminatus*, Ag.; *Gyrolepis tenuistriatus*, Ag. Flavigny ; *Hybodus sublævis* ou *minor*, Ag., Saint-Phlin, Varangeville ; *Acrodus minimus*, Ag., Flavigny ; *Ceratodus* indét., Varangeville ; *Ichtyosaurus* ou *Nothosaurus* ?, Varangeville (2).

La dureté de cette roche, vers la partie supérieure de ce deuxième massif de grès, est telle à Flavigny, qu'il est extrêmement difficile d'en dégager les fossiles. Les grains de quartz qui en forment la pâte, sont arrondis, de petite taille, liés entre eux par un ciment calcaire ou dolomitique, des nodules ferrugineux, des masses arrondies d'une substance blanche, pulvérulente (calcite avec traces d'apatite), des cailloux roulés de petite taille, presque tous quartzeux, plus ou moins teintés en vert par une matière colorante, verte,

(1) Cette liste de fossiles n'est que provisoire; nous possédons de ce niveau un grand nombre d'espèces de bivalves non encore déterminées, des genres *Cardinia*, *Schizodus* ou *Trigonia*, *Anatina*, etc.

(2) Ces deux espèces de fossiles ont été trouvées sous mes yeux, pendant l'impression de cette note, le premier par M. Millot, chargé du cours de météorologie à la Faculté des sciences de Nancy, le second par M. Bazin, préparateur du cours de minéralogie de la même Faculté.

isolée en grumeaux dans la pâte, donnant, avec les débris roulés de poissons, une physionomie toute particulière à ce grès. Il nous semble rappeler à certains égards l'arkose de l'infrà-lias de Bourgogne, tel que nous l'avons vue et étudiée à la réunion extraordinaire de la Société à Semur en 1879.

Ajoutons enfin que ce deuxième massif peut être atténué au point qu'il est dans certains cas, difficile de le retrouver (Blainville, Gripport), ou très développé sous la forme de grès et de poudingues (Varangeville). Il a, dans les gisements les plus favorables aux recherches, et spécialement à Flavigny et à Varangeville, une épaisseur de 1 mètre 50 à 3 et 4 mètres.

Nous n'avons rien à ajouter à ce qui a été dit par MM. Levallois, Terquem et Piette sur les marnes rouges. Comme eux, nous les avons trouvé sans fossiles, et atteignant une épaisseur variant de 1 mètre, $1^{m}50$, à 5 mètres. Lorsqu'elles sont très développées, elles semblent remplacer la masse supérieure de grès.

2° *Zone de l'Ammonites angulatus.* Contrairement à l'opinion de MM. Terquem et Piette, nous n'admettons pas dans le département de Meurthe-et-Moselle, de zone à *Ammonites Planorbis.*

Quant à celle de l'*A. angulatus*, elle est tellement atténuée et passe si rapidement à la zone de la gryphée arquée, qu'elle doit être considérée comme absolument rudimentaire. Partout où il est possible de l'aborder, à Art-sur-Meurthe, Saint-Phlin, Lenoncourt, Manoncourt, Xeuilley, Saint-Remimont, Bayon, Flavigny, elle n'atteint que l'épaisseur de $0^{m}60$ au plus, et il n'est pas rare de trouver des blocs de calcaire marneux de ce niveau, contenant à la fois *Ammonites angulatus*, type, ou sa forme *moreanus*, avec la gryphée arquée. Elle est d'ailleurs assez riche en fossiles parmi lesquels nous avons pu reconnaître :

Ammonites angulatus, Schlot., atteignant 25 à 30 centimètres de diamètre ; partout.
A. moreanus, d'Orb., Bayon, Saint-Remimont.
A. psilonotus (*plicatus*), Quenst. ; la forme *lævis;* (*A. planorbis*, Sow.) ne se trouve pas dans nos régions ; échantillons de 8 à 10 centimètres de diamètre.
Nautilus striatus, d'Orb., Xeuilley, Bayon.
Littorina minuta, Terq., Bayon.
Ostrea irregularis, Munst., Bayon.
Lima hettangiensis, Terq., Bayon, Art-sur-Meurthe.
L. dentata, Terq., Bayon.
L. compressa, Terq., Bayon.
L. Fischeri, Terq., Bayon.
L. succincta, Schlot., partout.
Pholadomya glabra, Ag., Bayon.
Pleuromya striatula, Ag., Bayon.
Astarte thalassima, Quenst., Bayon.

Cardinia concinna, d'Orb., Bayon.
Pecten jamoignensis, Terq. et P., Bayon.
P. punctatissimus, Terq. et P., Bayon.
Mytilus tenuissimus, Terq. et P., Bayon.
Rhynchonella plicatissima, Quenst., partout.
Rh. Deffneri, Opp., Xeuilley.
Montlivaultia denticulata, E. de Fr., partout.
M. sinemuriensis, d'Orb., Bayon.
Stylastrea sinemuriensis, d'Orb., Bayon.

On y remarquera la présence d'un certain nombre d'espèces de la faune d'Hettange, surtout les Lamellibranches. Les Gastropodes y sont bien plus rares, et généralement de petite taille.

Au point de vue lithologique, cette zone se fait remarquer par l'abondance de nodules plus ou moins ferrugineux, de phosphate de chaux impur, isolés dans la roche de marne durcie, ou remplissant certaines coquilles, surtout les Nautiles. Ces nodules sont vraisemblablement d'origine animale, car, à la loupe, on y distingue des débris de coquille, et certains d'entre eux, traités par l'acide chlorhydrique, étendu à froid, montrent au microscope, à un faible grossissement des débris de carapace de Foraminifères et de Cypris. En nous résumant, nous pouvons conclure de la manière suivante :

Le Rhétien de Meurthe-et-Moselle se sépare nettement du Lias inférieur par sa faune et sa composition minéralogique; il se sépare moins nettement des marnes irisées, dont il se distingue cependant par sa faune composée d'espèces qui lui sont propres. Il commence par des couches de grès siliceux ou des dolomies grenues, caractérisées par *Avicula contorta* et la faune habituelle du Rhétien, et se termine par les grès à débris de poissons et les marnes rouges de Levallois.

La zone de l'*Ammonites planorbis* n'existe pas dans le département de Meurthe-et-Moselle; celle de l'*Ammonites angulatus* est très atténuée et passe sans transition aucune à la zone de la gryphée arquée, de laquelle on ne peut guère la séparer. La zone de l'*A. angulatus* est assez riche en fossiles qui appartiennent à la faune d'Hettange.

Séance du 21 *Avril* 1884.

PRÉSIDENCE DE M. PARRAN.

M. Monthiers, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. J. Ganilh, à Pontoise, présenté par MM. G. Dollfus et Ramond.

Il annonce ensuite une présentation.

M. le Président fait part de la mort de M. Ducrocq.

M. Fontannes fait la communication suivante :

Note sur **la présence** *des sables à Potamides Basteroti* **dans la vallée de la Cèze** (*Gard*),

Par **M. F. Fontannes.**

A l'époque où la mer pliocène pénétrait dans le Sud-Est jusqu'au midi du Lyonnais, la pittoresque vallée de la Cèze constituait un fiord étroit, profondément encaissé, dont la largeur ne dépassait guère trois kilomètres, et qui s'enfonçait jusqu'à Saint-André-de-Roquepertuis, à plus de vingt-quatre kilomètres de son débouché dans le golfe de Saint-Ariès. Les dépôts subapennins peuvent, en effet, se suivre presque sans interruption sur la rive gauche de la rivière, au pied des collines crétacées qui dominent la vallée ; ils affleurent sur une bande étroite, avec une inclinaison marquée vers le sud, se dégageant ainsi des alluvions qui recouvrent les assises pliocènes.

Ce sont généralement des sables et des grès de rivage où abondent les Balanes, les Huîtres (*O. barriensis*, *O. cucullata*, var., etc.), accompagnées de quelques Peignes (*P. pusio*, var., *P. pes felis*), de rares Spondyles (*Sp. ferreolensis*), Hinnites (*H. ercolanianus*), etc. Des dépôts argileux se rencontrent aussi à peu de distance du littoral, et remplissent entre autres les petites anses de Saint-André et de Saint-Laurent; mais ils sont beaucoup plus développés vers le centre de la vallée, dont ils constituent, au moins en grande partie, le sous-sol. On peut s'en convaincre dans les environs de Bagnols, où

les exploitations des tuileries montrent l'argile subapenninę sous les alluvions anciennes et modernes de la Cèze. La faune de ces formations est beaucoup plus variée que celle des sables, et j'ai déjà eu l'occasion de signaler au fond du fiord quelques gisements intéressants ; je puis leur adjoindre aujourd'hui les environs de Chusclan, où j'ai recueilli dernièrement de nombreux fossiles représentant les espèces suivantes :

Gastéropodes

Murex Lassaignei, Bast., v.
— *ariesensis*, Font.
— *imbricatus*, Brocchi.
Triton Doderleini, d'Anc.
Pollia fusulus, Brocchi, v., *davidiana*, Font.
Nassa bollenensis, Tourn.
— *semistriata*, Brocchi.
— *limata*, Chemnitz.
— *reticulata*, Lam.
— *eurosta*, Font.
Mitra aperta, Bellardi, v.
Mallea denticulata, Desh., v., *Aragoi*, Font.
Natica aff. helicina, Brocchi.
— *Josephinia*, Risso.
Solarium simplex, Bronn.
— *moniliferum*, Bronn.
Turritella dicosmema, Font.
— *subangulata*, Brocchi.
— *communis*, Risso, v. *ariesensis*, Font.
Vermetus arenarius, Linné.
Fissurella italica, Defrance.
Dentalium delphinense, Font.

Lamellibranches

Saxicava arctica, Linné.
Panopæa glycimeris, Born., v. *Faujasi*, M. de la Groye.
Corbula gibba, Olivi.
Lutraria elliptica, Roissy.
Venus multilamella, Lam.
— *Bronni*, May., v. *comitatensis*, Font.
Venus verrucosa, Linné.
— *ferreolensis*, Font.
— *islandicoides*, Lam.
Tapes decussata, Linné.
Cardium multicostatum, Brocchi.
— *papillosum*, Poli.
Chama gryphoides, Linné.
Lucina spinifera, Mont.
Mytilicardia elongata, Lam., v. *semivarians*, Font.
Barbatia restitutensis, Font.
— *lactea*, Linné.
Anomalocardia pectinata, Brocchi.
Pecten pusio, Linné.
— *scabrellus*, Lam.
Lima inflata, Chemnitz.
Spondylus ferreolensis, Font.
Anomia ephippium, Linné.
Ostrea barriensis, Font.
— *cucullata*, Bronn. v.
— *cochlear*, Poli, v. *navicularis*, Bronn.

Balanes, Polypiers, etc.

Cette faune qui comprend 21 Gastéropodes et 26 Lamellibranches et classe Chusclan parmi les stations les plus fossilifères du Gard, est absolument caractéristique du Plaisancien de Saint-Ariès et participe à la fois du faciès de ce gisement typique et de celui de l'ar-

gile à Polypiers de Saint-Restitut (1) Cinq espèces seulement n'avaient pas encore été rencontrées dans le département du Gard : *Triton Doderleini*, *Natica Josephinia*, *Solarium moniliferum*, *Tapes decussata*, *Pecten scabrellus*.

Le *Solarium moniliferum* ne m'était encore connu dans le Sud-Est que des environs de Saint-Restitut (Drôme). Quant au *Pecten scabrellus* dont je n'ai trouvé qu'un seul exemplaire, c'est la première fois que j'ai à le signaler en dehors du Roussillon, où il est au moins aussi abondant que dans ses stations les plus riches de l'Italie. L'exemplaire de Chusclan est identique à ceux de Millas et de Banyuls.

Les caractères négatifs de cette faune seraient certainement curieux à analyser, mais je n'oserais le faire dès aujourd'hui, mes recherches à l'entrée du fiord de la Cèze n'ayant pas été assez minutieuses, pour me permettre de croire que l'on ne pourrait y découvrir les espèces dont l'absence dans la liste ci-dessus a lieu de surprendre. Ce n'est pas d'ailleurs sur ce gisement, quelque intéressant qu'il soit, que je désire plus particulièrement appeler l'attention.

Entre Chusclan et Bagnols, sous le bois de Gicou, de profonds ravins sillonnent les dépôts pliocènes qui atteignent ici une forte épaisseur et montrent les couches immédiatement superposées aux argiles et sables à *Nassa semistriata* et *Ostrea barriensis;* celles-ci sont constituées par un sable assez fin, ferrugineux, plus ou moins argileux, qui, avec quelques coquilles remaniées des formations marines sous-jacentes, renferme une faune spéciale. J'y ai trouvé les espèces suivantes :

Potamides Basteroti, M. de Serres.
Bythinia allobrogica, Fontannes.
Helix, sp.?
Limnæa Bouilleti, Michaud, v. *laurentensis*, Font.
Planorbis cf. *heriacensis*, Fontannes, v. *occitana*, Font.
Corbula gibba, Olivi.
Scrobicularia plana, Da Costa, v. *piperata*, Gmelin.
Cardiun rastellense, Fontannes.
Pecten pes felis, Linné.
Empreintes végétales.

Cette faunule se compose de trois éléments distincts. Les débris de Peignes datent d'une époque antérieure au dépôt de ces sables, ou ont été rejetés par les marées; les Bythinies, Helix, Lymnées et Planorbes, ainsi que les végétaux dont les empreintes nombreuses sont malheureusement indéterminables, représentent les apports du continent. Seuls les Potamides, les Corbules, les Cardium et les Scrobiculaires représentent les genres qui pouvaient vivre sur ce point,

(1) V. *Extension et faune de la mer pliocène dans le Sud-Est.* (*Bull. Soc. Géol.*, 3e sér., t. XI, p. 132.)

au moment où se déposait l'assise où l'on rencontre leurs coquilles.

Or, ces genres caractérisent les dépôts saumâtres, et plus particulièrement ceux qui se forment à l'embouchure des fleuves ou des ruisseaux.

Les Potamides, ainsi que leur nom l'indique, n'abondent que dans le voisinage des embouchures et remontent assez haut dans certains cours d'eau de la zone tropicale. Il est rare d'ailleurs que le *Potamides Basteroti* dont on connaît aujourd'hui une douzaine de gisements dans la Provence et le Languedoc, ne soit pas accompagné d'espèces continentales, le plus souvent submaritimes.

Au sommet du Miocène marin, comme dans le Pliocène, les Corbules du groupe du *Corbula gibba* ne pullulent qu'à partir de l'horizon où les dépôts perdent leur caractère exclusivement marin.

Les petits Cardium du groupe du *C. rastellense* ne se développent largement que sur les plages sableuses, à proximité de l'embouchure des cours d'eau ; aussi se rencontrent-ils presque exclusivement dans les couches de mélange qui couronnent les formations marines pliocènes, et supportent les sables à *Mastodon arvernensis*.

Il en est de même des Scrobiculaires ou Lavignons, genre nouveau pour la faune du Gard, mais que j'ai déjà signalé au même niveau dans les départements de la Drôme et de Vaucluse.

Les Lavignons, dit Deshayes, sont des Mollusques littoraux qui se plaisent sur les plages basses et vaseuses qui avoisinent l'embouchure des rivières. — Wood fait observer que le *Scrobicularia plana* est presque entièrement confiné dans les estuaires, et qu'il en a trouvé un exemplaire associé avec des Unio, des Cardium, etc. (1). — Le *Scrobicularia piperata*, d'après le Dr F. Daniel, vit aux environs de Brest dans la vase, sur le bord des rivières où remonte la marée et dans les anses vaseuses où se jettent des ruisseaux (2).

Ces quatre genres viennent donc confirmer, par les conditions biologiques nécessaires à leur développement ce qu'on pouvait déduire, des caractères stratigraphiques et géographiques des dépôts subapennins de la vallée de la Cèze, à savoir que celle-ci était déjà formée avant l'invasion de la mer de Saint-Ariès et que des eaux fluviatiles s'en emparaient à mesure que se retiraient les eaux marines. La Cèze pliocène qui se jetait tout d'abord dans la mer près de Saint-André de Roquepertuis, au sortir du défilé de Montclus, a peu à peu avancé son embouchure jusque dans les environs de Chusclan, près de Codolet,

(1) Voir Fontannes, *Les Moll. plioc. de la vallée du Rhône*, etc., t. II, p. 43.

(2) *Faune malacologique terrestre, fluviatile et marine des env. de Brest.* (*Journ. de Conch.*, t. XXIII, p. 223.)

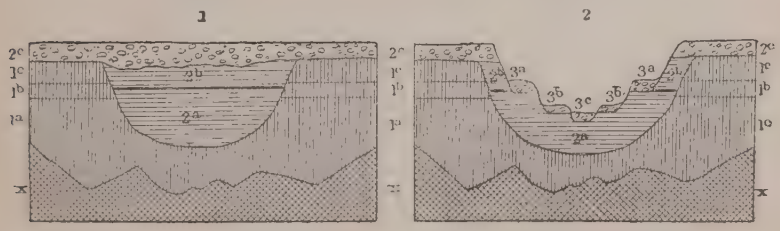
où elle a rencontré le Rhône qui, à la faveur de la même ondulation, poussait de plus en plus son delta vers le sud.

Les espèces qui vivaient alors sur le continent et dont les débris se trouvent mêlés avec les coquilles saumâtres des sables à *Potamides Basteroti*, appartiennent à la faune de Saint-Geniès, de Saint-Laurent-des-Arbres, dont j'ai décrit et figuré les principaux types (1) et qui paraît être contemporaine de celle de Hauterive (Drôme). La plus commune à Chusclan, la *Bythinia allobrogica*, Font. (2), est extrêmement abondante dans les marnes à lignite du Bas-Dauphiné (Hauterive, Fay-d'Albon, etc.).

L'histoire pliocène de la vallée de la Cèze concorde donc exactement sous tous les rapports avec celle de la plupart des vallées tributaires du Rhône, et notamment des vallées de l'Ardèche, de l'Eygues, de la Drôme, de l'Isère, dans la partie basse desquelles on retrouve la même succession de faunes.

Au-dessus des formations saumâtres ou fluvio-marines et des marnes à lignite de cette époque s'accumulent, ainsi que le montre le diagramme théorique n° 1, des sables et des galets charriés par de nombreux cours d'eau et dont le relèvement du sol hâte de plus en plus le dépôt.

Diagr. 1. Diagr. 2.



x. — Terrains prémolassiques. — 1*a* Miocène marin; 1*b* Miocène saumâtre et fluvio-marin; 1*c* Miocène continental. — 2*a* Pliocène marin; 2*b* Pliocène saumâtre et fluvio-marin; 2*c* Pliocène continental. — 3*a* Quaternaire des terrasses; 3*b* Quaternaire des vallées; 3*c* Alluvions actuelles.

Ceux-ci achèvent rapidement de combler la plupart des dépressions dues au premier creusement des vallées rhodaniennes, et s'étendent alors en une nappe immense sur les plateaux qui les bordaient. Puis ces phénomènes de transport ne tardent pas à perdre de leur grandiose amplitude. Les rivières, affouillant leurs propres allu-

(1) *Diagnoses d'espèces et de variétés nouvelles des terrains tertiaires du bassin du Rhône*, avril 1883, p. 6, 7 et 9, fig. 16, 17, 18, et 22, 23.

(2) Étude VI : *Le bassin de Crest*, 1880, p. 180.

vions, s'encaissent dans des lits de plus en plus resserrés, dont les terrasses actuelles nous permettent de reconstituer le tracé et de mesurer la largeur (Diagr. 2). Et, sous l'effet de ce nouveau creusement qui caractérise la période quaternaire, le sol acquiert enfin son relief actuel.

M. **Munier-Chalmas**, après avoir fait remarquer l'intérêt et la grande valeur du travail de M. Fontannes, lui demande son avis sur l'âge des **couches à Congéries.**

M. **Fontannes** répond qu'il n'a pas fait sur ces dépôts d'observations nouvelles. Les couches à Congéries n'affleurent dans le bassin du Rhône que sur quelques points isolés, dans une région peu étendue et sur des surfaces très restreintes. Leur faune, par sa nature spéciale, les isole aussi bien du Miocène que du Pliocène, mais par leurs caractères stratigraphiques et géographiques, elles se lient beaucoup plus intimement avec les argiles et les sables pliocènes qu'avec les dernières assises incontestablement miocènes.

L'Helvétien et le Tortonien étaient déjà profondément ravinés par un premier creusement de la vallée du Rhône, au moins dans la région où les couches à Congéries sont connues, lorsque celles-ci se sont formées. La discordance qu'on peut observer entre ces dépôts et le Plaisancien, ne saurait donc avoir, au point de vue de la classification à adopter pour le Sud-Est, la même importance que celle qui sépare le Tortonien à *Hipparion gracile*, du Messinien à *Congeria subcarinata*.

M. **Munier-Chalmas**, se basant sur la faune des *couches à Congéries*, qui appartiennent d'une manière générale à une seule grande époque, et sur l'extension de la mer qui les a déposées, croit que ces dépôts doivent être plutôt rapportés au Miocène supérieur; par conséquent le premier creusement de la vallée du Rhône doit être reporté à cette époque. Une deuxième oscillation descendante aurait donné à la mer pliocène une plus grande extension, et ses dépôts seraient en discordance sur les couches à Congéries ou au moins disposés très transgressivement par rapport à ces dernières.

M. M. Bertrand fait la communication suivante :

Failles courbes *dans le* Jura *et* bassins d'affaissement,

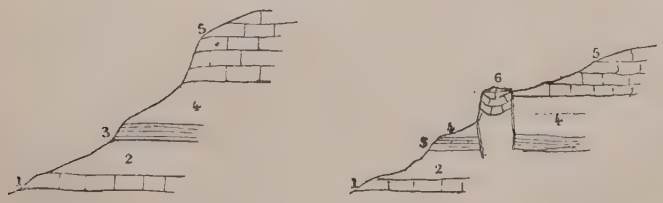
par M. **M. Bertrand.**

Entre Arbois et Lons-le-Saunier, une ligne dirigée S. 30° O. limite les premiers escarpements calcaires du Jura; à l'ouest de cette ligne

s'étend jusqu'à la Bresse la région du vignoble, formée de coteaux marneux où les couches du Lias et du Trias, avec une direction générale parallèle à celle de la chaîne, se montrent très faillées et plissées, surtout près de la limite occidentale ; à l'est s'élève le premier plateau du Jura, où les cotes d'altitude varient de 5 à 600 mètres et où les couches bajociennes et bathoniennes se succèdent régulièrement, avec un léger pendage vers l'est. Si, en face de Lons-le-Saunier, à Conliège, par exemple, on gravit cette ligne d'escarpement, on rencontre la série complète du Lias, sur laquelle reposent normalement les assises inférieures du Bajocien. Mais il n'en est plus de même entre Arbois et Poligny, non plus qu'entre Voiteur et Pannessières, ainsi qu'on peut s'en convaincre en suivant par exemple la route de Buvilly à Chamolle ou celle de Lons-le-Saunier à Champagnole; entre le Lias et le Bajocien on traverse une ligne de calcaires blancs compacts ou spathiques qui forment la falaise et que leur nature minéralogique ne permet de rapporter qu'au Bathonien. La stratification est souvent difficile à préciser, mais paraît dans son ensemble former un petit pli synclinal. Les fossiles sont rares ; pourtant la présence de l'*Ostrea acuminata* près de Plasnes, celle de la *Rhynchonella decorata* au nord de Poligny viennent confirmer la première détermination. Les figures 1 et 2 mettent en évidence la différence des deux coupes : d'un côté la série normale, de l'autre un lambeau de Bathonien tombé entre deux failles.

Si l'on cherche à suivre les contours de ces lambeaux sur la carte, on voit qu'ils forment deux bandes étroites (voir la carte, fig. 8, et les fig. 1 et 2) : la première, au sud d'Arbois, a une longueur de

Fig. 1 et 2.



1. Calc. à Gryphées arquées. — 2. Lias moyen. — 3. Couches à Posidonies. — 4. Lias supérieur. — 5. Bajocien. — 6. Bathonien.

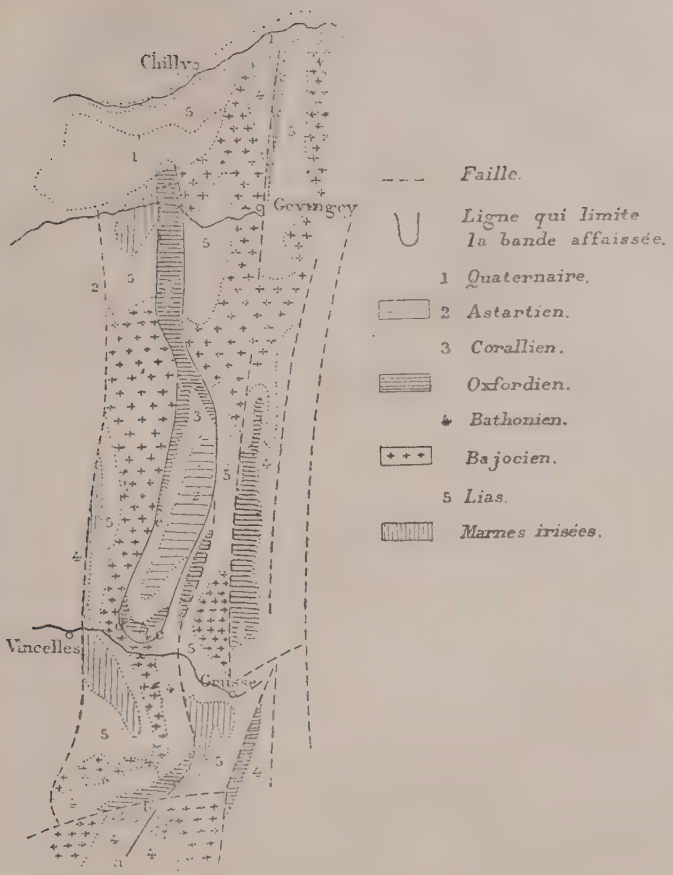
12 kilomètres et une largeur variant, de quelques mètres seulement (auprès de Pupillin), jusqu'à 300 mètres (au nord de Poligny) ; la seconde, au sud de Voiteur, est un peu plus large et continue le même alignement sur une longueur de 8 kilomètres. Aux points où cessent ces bandes, il m'a été impossible de constater dans leur

prolongement aucun dérangement des couches, elles ne se rattachent ainsi à aucune cassure plus importante ni à aucun accident d'un autre ordre; elles ne jalonnent pas une ligne de dislocation. Elles sont au milieu d'une région normalement stratifiée, isolées chacune par *une faille elliptique complètement fermée.*

J'avais essayé d'abord de rapprocher ces faits de ceux qu'on observe plus à l'est à l'extrémité orientale du premier plateau. Là, entre Montrond et la route de Salins à Champagnole, on peut suivre une bande étroite d'Oxfordien de 200 mètres de largeur au plus, bordée sur une longueur de plusieurs kilomètres par des escarpements bathoniens et même bajociens; mais cette bande est la continuation d'une grande ligne de faille, celle de la chaîne de Leuthe, et alors on s'explique facilement, comme conséquence même de la dislocation du terrain, la formation de vides plus ou moins étendus où les couches supérieures ont pu s'affaisser. A défaut de dénivellation et de faille proprement dite, l'existence seule d'un pli avec forte courbure des bancs pourrait mener à une explication analogue; mais le long des bandes précitées je n'ai pu observer qu'en deux points, au sud de Pannessières et au nord de Poligny, un pendage anormal (vers l'ouest) des couches du Lias qui s'appuient contre la bande bathonienne; et encore la cause doit-elle en être cherchée probablement dans des glissements locaux et postérieurs des assises marneuses. Partout ailleurs l'inclinaison est très faible et semble à très peu près la même de part et d'autre de la bande.

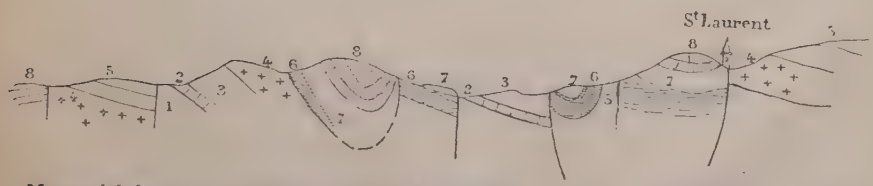
Au sud de Lons-le-Saunier, on trouve dans le vignoble, entre Gevingey et Vincelles, une bande analogue. Là, il est vrai, les conditions d'observation ne sont pas partout aussi favorables, par suite de la culture, des éboulis et des recouvrements quaternaires (argiles à chailles). Je crois pourtant que l'esquisse ci-jointe (fig. 3) représente exactement les divers affleurements. La partie *cd* doit surtout être remarquée pour la netteté avec laquelle se présente la ligne de séparation; la différence de couleur des deux roches dessine et permet de suivre, même à distance, sur le plateau dénudé, l'extrémité courbe de la faille elliptique. Un peu plus au nord, en *de*, la faille, devenue parallèle à la direction des couches, se traduit seulement par la disparition d'une partie des assises bathoniennes et oxfordiennes; plus loin, de l'autre côté du ruisseau de Gevingey, on trouve en contact dans les vignes les Marnes irisées et l'Oxfordien supérieur. Les chailles quaternaires masquent l'extrémité nord de la courbe, mais de l'autre côté du petit plateau, dans le vallon de Chilly, on peut s'assurer qu'il n'y a plus rien d'analogue; il faut donc admettre là une terminaison de la courbe plus ou moins symétrique

Fig. 3.



de celle qu'on observe en *cd*. La coupe ci-jointe (fig. 4), prise de

Fig. 4.

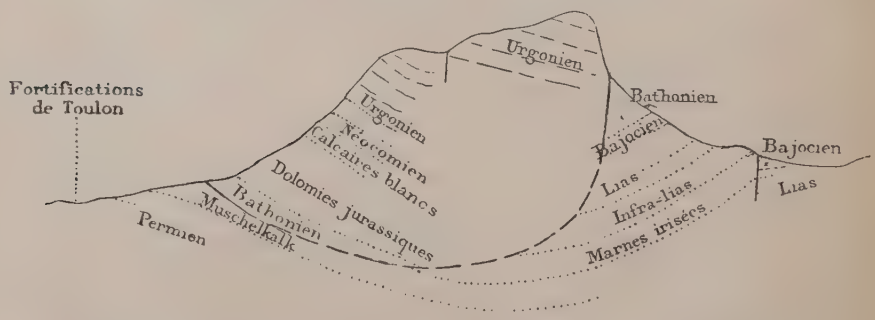


1. Marnes irisées. — 2. Infralias et calcaire à Gryphées. — 3. Lias. — 4. Bajocien. — 5. Bathonien. — 6. Oxfordien. — 7. Corallien. — 8. Astartien.

l'est à l'ouest, normalement à l'accident et à la chaîne, montre les rapports de la bande affaissée avec les terrains qui l'entourent.

J'ai eu également l'occasion, en Provence et spécialement dans les environs immédiats de Toulon, d'observer des failles de même nature. La structure d'ensemble de cette région semble offrir si peu de rapports avec celle du Jura que, pendant longtemps, je n'ai pas voulu m'arrêter à ce rapprochement. Les faits sont pourtant identiques, puisque dans les deux cas ces lignes de failles fermées enveloppent des terrains plus récents que ceux qui les entourent, c'est-à-dire des terrains affaissés. Je citerai seulement ici l'exemple du Faron, la montagne isolée dont les crêtes blanches et dénudées s'élèvent, au nord de Toulon, jusqu'à 700 mètres au-dessus du niveau de la mer (fig. 5). Le sommet en est formé d'Urgonien qui, au nord, butte successivement contre les différents étages du Jurassique et du Trias et qui, au sud, repose régulièrement sur le Néocomien à *Terebratula prælonga* et sur les dolomies jurassiques, dont la base passe aux couches à fossiles bathoniens. Celles-ci sont à leur tour séparées du Muschelkalk par une faille et cette faille peut se suivre sans discontinuité sur les flancs de la montagne jusqu'à ce qu'elle aille rejoindre celle du versant nord. On peut ainsi faire le tour de la montagne sans rencontrer de dérangements; on ne peut la gravir sur aucun de ses versants sans traverser une grande faille. La coupe que j'en donne (fig. 5) marque en gros traits pointillés la continua-

Fig. 5. — *Coupe du Mont Faron* (1/20000e).



tion supposée de cette faille en profondeur; une coupe parallèle, faite 3 kilomètres plus à l'est ou plus à l'ouest, ne montrerait que la succession normale des terrains inférieurs.

J'aurai l'occasion de revenir avec plus de détails sur cette région de Toulon, dont je n'ai pas encore terminé l'étude, mais je puis dire dès maintenant que ces sortes de faits y sont fréquents; ainsi les

sommets du Coudon et du Cap Gros se présentent dans les mêmes conditions d'isolement géologique que celui du Faron, et sur une plus grande échelle, le bassin du Beausset, au moins dans sa partie est, est entouré de deux grandes failles sinueuses et concentriques.

Ces phénomènes sont bien difficiles à expliquer, si l'on veut voir dans toutes les failles des cassures qui traversent de part en part l'écorce terrestre, ou même seulement le résultat d'efforts d'ensemble auxquels cette écorce aurait été soumise. Ils me semblent au contraire avoir une signification bien nette si, sans s'arrêter à ce mot de faille et à l'idée qu'il éveille ordinairement, on les considère en eux-mêmes et indépendamment de dislocations générales, auxquelles l'observation directe ne les rattache pas : puisque des terrains stratifiés se trouvent au milieu d'autres plus anciens, c'est qu'ils sont descendus de leur position première, c'est par conséquent qu'il existait au-dessous d'eux un vide où cet affaissement a pu se produire. La cause de ce vide peut être discutée ; le mécanisme du mouvement peut plus ou moins facilement se concevoir ; mais le fait en lui-même ne semble pas contestable.

La considération des bassins d'affaissement est bien loin d'être nouvelle. Les phénomènes actuels suffisent à en faire concevoir la possibilité et, on peut dire que la part à leur accorder dans les mouvements du sol, tend à s'accroître à mesure que se poursuit l'étude plus détaillée des diverses régions. C'est par eux que M. Lory explique la plupart des dislocations des Alpes dauphinoises, et M. Gosselet (1) rattache aux mêmes causes certains plissements des Ardennes. Enfin M. Suess, dans l'importante classification qu'il vient de donner des cassures de l'écorce terrestre, distingue deux groupes principaux : celles qui sont dues à des poussées latérales et celles qui résultent d'affaissements ; pour ces dernières, dit-il, si l'on ne borne pas son étude à telle ou telle cassure isolée, mais que l'on considère l'ensemble d'une région, on les voit se coordonner en réseaux et systèmes, qui dessinent généralement l'emplacement d'un bassin d'affaissement, et qui, comme les plis d'une même chaîne, sont les produits d'une seule cause d'ensemble (2).

S'il s'agit d'affaissements régionaux, cette cause doit évidemment être en rapport avec l'étendue des phénomènes; ainsi M. Lory la cherche pour les Alpes dans le jeu lent et progressif des failles anciennes ; il a même proposé d'étendre cette explication aux plissements du Jura. Mais dans les cas que j'ai cités, la nature isolée et

(1) *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. IX. p. 689.
(2) Suess. *das Antlitz der Erde*, p. 165.

en quelque sorte superficielle du phénomène ne permet pas d'adopter la même hypothèse. Pour concevoir la formation de ces vides restreints et si voisins de la surface, l'action des eaux, arrivant à la longue à dissoudre les calcaires et à délayer les argiles, une sorte de dénudation souterraine, paraît la seule explication possible.

Dans le cas le plus simple, il est clair que les couches affaissées doivent former un pli synclinal, ne différant pas à la surface de celui qu'aurait produit une pression latérale (fig. 6 et 7); les bords n'en

Fig. 6.

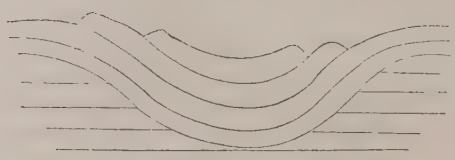


Fig. 7.

seront qu'en certains points marqués par des lignes de faille et n'apparaîtront pas partout avec la même netteté. Mais si une dénudation superficielle vient à agir, enlève les couches supérieures et approche du fond du bassin, les parois de la cavité primitive deviendront observables et les deux séries, celle des terrains affaissés et celle des terrains sur lesquels s'est fait l'affaissement, se trouveront séparées par une ligne annulaire et fermée. Dans certains cas l'apparence pourra être simplement celle d'une superposition anormale, ou même à la rigueur d'une lacune dans la série stratigraphique; dans d'autres, au contraire, les parties affaissées auront pu s'enfoncer plus ou moins par leur poids dans les terrains sous-jacents et cette ligne limite se présentera comme une faille verticale. C'est ainsi que s'expliqueraient les exemples précédents.

Ces dénudations inégales au-dessus d'un bassin d'affaissement peuvent aussi rendre compte de certaines anomalies, telles que celles que j'ai déjà décrites aux environs de Salins (1), où un léger ravinement sur le flanc d'une colline astartienne met au jour les marnes

(1) *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. X, p. 124.

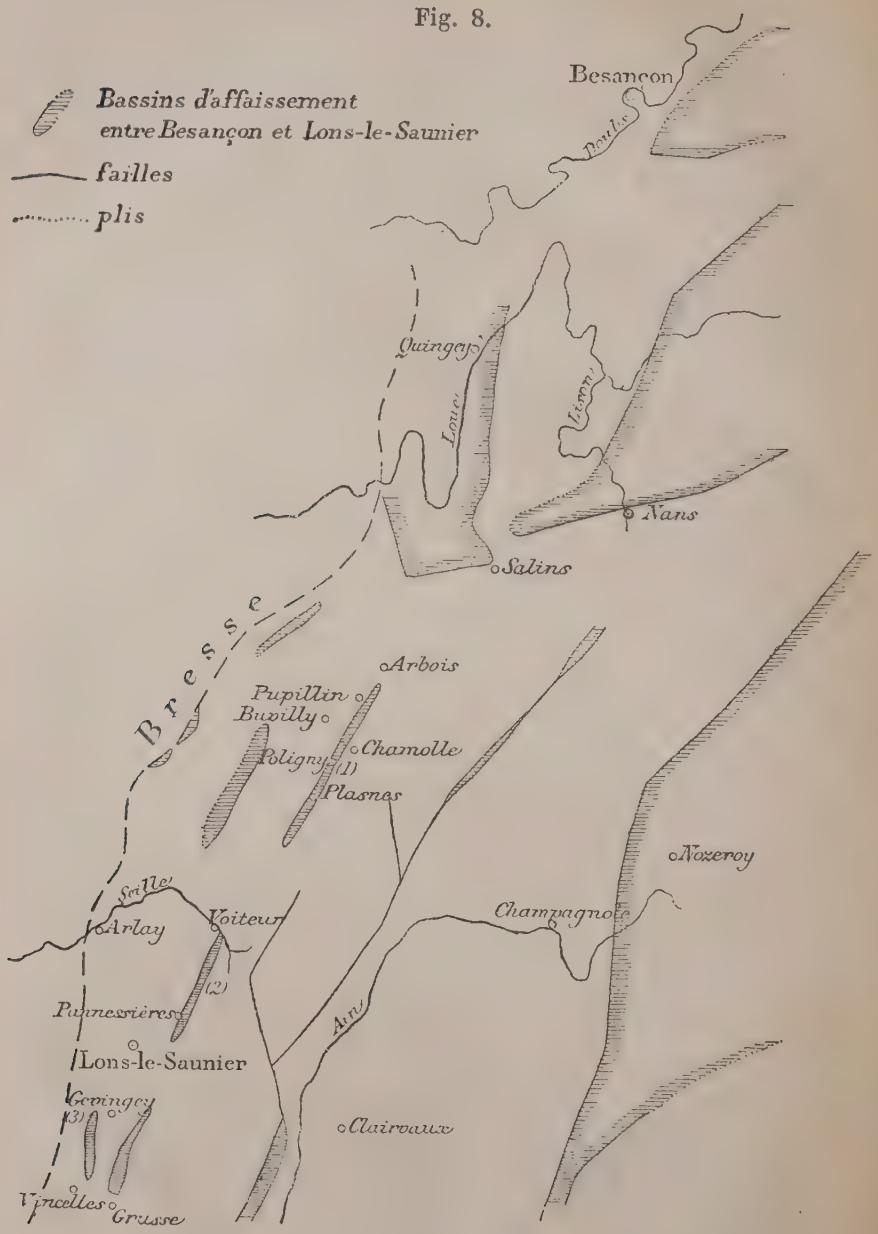
du Lias. Un fait semblable se présente plus bas que Lons-le-Saunier, au sud du hameau de Grusse, entre les points marqués 409 et 574 sur la carte d'état-major (ligne *ab* sur la carte, fig. 3). Les pentes mamelonnées qui s'élèvent au sud du village sur une largeur de 400 mètres, sont formées de Trias et de Lias inférieur (calcaire à Gryphées), dont les couches sont très tourmentées et que deux failles à l'est et à l'ouest séparent de pentes bathoniennes et oxfordiennes. Le plateau qui s'étend plus au sud est au contraire formé de roches bajociennes et bathoniennes peu inclinées; le contact avec les mamelons marneux, difficile à observer, ne semble pas se faire par superposition normale. Sur ce plateau, une petite bande de prés (*ab*), large de 50 mètres à peine, dirigée à peu près N.S., interrompt la série des bois et va rejoindre la route de Beaufort à Augisey. Dans ces prés, un peu avant la route, un fossé nouvellement creusé m'a permis d'observer les Marnes irisées, qui se trouvent ainsi former une bande étroite au milieu du Bathonien. La bande marneuse s'interrompt un peu plus au sud, pour reprendre bientôt, toujours entre deux murailles calcaires, dans la direction de l'Abergement-Rosay.

De même, au pied du Faron, la route militaire de l'ouest traverse un petit vallon où affleurent, au milieu du Bathonien à *Cidaris meandrina* et des dolomies qui le surmontent, des marnes gypsifères en filets verticaux. Ces marnes, d'après ce que je connais de la région, ne peuvent appartenir qu'au Trias. C'est sur elles qu'aurait eu lieu l'affaissement des terrains supérieurs et la pression exercée les aurait fait remonter dans les fentes du calcaire.

Il est naturel de se demander si ces bassins d'affaissement sont des faits isolés dans le Jura, ou si la cause à laquelle ils se rattachent n'a pas eu une action plus générale. Il est certain que les grands plissements réguliers du Jura oriental appellent l'idée d'une compression latérale, dont il semble difficile de ne pas chercher la cause première dans le soulèvement alpin; mais il faut reconnaître aussi que l'ouest de la chaîne, notamment sur les feuilles que j'ai étudiées, de Besançon et de Lons-le-Saunier, s'écarte singulièrement de ce type en quelque sorte classique. Il y a longtemps que M. Marcou a fait la même remarque; l'étude de détail ne fait que la confirmer. Même au point de vue orographique, c'est la convergence des chaînes bien plutôt que leur parallélisme qui est la règle et les nombreux bassins fermés sur lesquels M. Parandier appelait déjà l'attention en 1830 (1) pourraient bien n'être autre chose que le résultat de ces sortes d'actions.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. XI, p. 441.

Fig. 8.


Bassins d'affaissement entre Besançon et Lons-le-Saunier
failles
plis
Besançon
Doubs
Quingey
Loue
Lison
Nans
Salins
Bresse
Arbois
Pupillin
Buvilly
Chamolle
Poligny
(1)
Plasnes
Nozeroy
Seille
Arlay
Voiteur
Champagnole
(2)
Pannessières
Ain
Lons-le-Saunier
Geringey
(3)
Clairvaux
Vincelles
Grusse

Comme je l'ai expliqué plus haut, ce n'est qu'exceptionnellement qu'un bassin d'affaissement doit se montrer limité par une faille sur toute son étendue, car à l'affaissement n'est pas nécessairement liée une rupture sur les bords. Pour une recherche méthodique il faudrait dresser, comme l'a fait M. de Lapparent pour le pays de Bray, les courbes de niveau de la surface d'une même couche supposée continue, et je n'ai pas encore les éléments nécessaires pour terminer ce travail. Mais l'examen seul des contours géologiques dessine déjà très nettement un grand nombre de ces bassins; l'esquisse ci-jointe (fig. 8) où les lignes pleines désignent les failles et les pointillés les « plis monoclinaux », en montre l'extension présumée sur les feuilles de Besançon et de Lons-le-Saunier.

En suivant la chaîne, bien plus au sud, on rencontre le petit bassin miocène de Soblay, qui est intéressant à ce même point de vue. L'exploitation des lignites a depuis longtemps fait découvrir dans ces couches l'*Hipparion gracile* et le *Mastodon tapiroides*. Un examen superficiel peut faire croire que ces couches, horizontales dans le champ d'exploitation, se sont déposées en discordance dans une dépression des calcaires jurassiques; c'est l'opinion qu'émettait en 1859 M. Jourdan, lors de la Réunion extraordinaire à Lyon (1) et je ne crois pas que depuis elle ait été contredite. Or, l'étude de la région m'a montré que cette prétendue discordance n'est qu'une discordance mécanique, et qu'en réalité on a simplement affaire à un affaissement de la nature de ceux que je viens de décrire. Près du village de Soblay, les couches miocènes horizontales sont, il est vrai, bordées de tous les côtés par l'Astartien, plus ou moins incliné, presque vertical à l'ouest; mais là même il est à remarquer que quand l'exploitation a atteint le bord du bassin, le banc de lignite horizontal se relevait brusquement à angle droit en arrivant contre les couches jurassiques. En descendant au sud vers la vallée du Suran, une série d'affleurements de sables miocènes (immédiatement inférieurs aux argiles à lignite) relie les couches de Soblay à celles de Varambon et permet d'observer leurs véritables relations stratigraphiques. En face du pont de Saint-André (fig. 9), ces sables sont verticaux, même légèrement renversés, semblant plonger en concordance sous les dolomies portlandiennes, c'est-à-dire sous les couches les plus supérieures du Jurassique. Celles-ci butent par faille contre l'Astartien, et cette faille, qui se suit au sud vers Turgon, est la continuation de la ligne qui forme plus au nord le bord du bassin. Sur la rive gauche auprès du même pont, on ne voit que le Portlandien

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XVI, p. 1123

plongeant fortement vers la rivière, c'est-à-dire vers le Miocène, ainsi enveloppé dans un pli très aigu du Jurassique. La même action

Fig. 9.

1. Oxfordien. — 2. Corallien. — 3. Astartien. — 4. Portlandien. — 5. Sables mollassiques. — 6. Alluvions des plateaux.

a donc affecté en même temps les deux étages et la discordance est une apparence locale aux points où le paquet affaissé ne montre plus que des couches miocènes. L'existence d'un ravinement profond antérieur au dépôt de la Mollasse serait en désaccord avec tous les faits observés dans la chaîne et on n'a pas plus le droit de tirer cette conclusion de l'exemple de Soblay qu'on ne l'aurait de chercher dans les faits cités au début, la preuve d'une discordance entre le Bajocien et le Bathonien.

Ce petit bassin de Soblay acquiert ainsi, au point de vue de ces mouvements d'affaissement, une certaine importance, parce qu'il permet, sinon de fixer leur âge, au moins d'affirmer que cet âge est relativement récent et postérieur au Miocène. Ils pourraient donc suffire à expliquer dans les chainons de l'est du Jura, comme ils l'expliquent à Soblay, l'inclinaison des couches mollassiques sur les flancs des plis synclinaux. On arriverait ainsi à se représenter le Jura comme résultant de deux actions successives : une poussée latérale, liée au grand mouvement alpin, et une série d'affaissements longitudinaux. Ces derniers seraient postérieurs à la Mollasse, mais le ridement primitif pourrait être beaucoup plus ancien.

En tous cas, que ces phénomènes d'affaissement aient joué ou non un rôle important dans l'histoire de la chaîne, ils se sont certainement produits dans le Jura occidental. Les faits signalés ne me paraissent pas susceptibles d'une autre interprétation et ils ont du moins l'intérêt de montrer que certaines failles peuvent être tout à fait superficielles et n'affecter qu'une très faible portion de l'écorce terrestre.

M. Munier-Chalmas rappelle à ce propos les cours d'eau souterrains de l'Istrie, qui indiquent la présence de grands vides inté-

rieurs formés par les eaux et les nombreux effondrements, en forme d'entonnoirs, qui en résultent dans la région.

Note sur la **constitution** *du* **sous-sol** *de la* **Crau** *et de la* **plaine** *d'***Avignon,**

par M. **F. Fontannes** (1).

Depuis les temps les plus reculés de l'histoire des sciences naturelles, la formation et l'âge des *craus* du midi de la France et en particulier de la grande Crau d'Arles, ont été l'objet des études et surtout des spéculations des naturalistes. L'historique de tous ces essais qui embrassent une période de plus de deux mille ans et rapprochent les noms d'Eschyle et de Strabon de ceux de Saussure et de Martins, a été fait d'une manière très complète et avec sa verve ordinaire, par M. Coquand, — peut-être un peu sévère pour des savants dont la plupart n'ont eu que le tort de ne pas mettre en pratique, il y a plusieurs siècles, les méthodes d'investigation découvertes par la science moderne. De tous ces travaux, le plus complet, assurément, le seul d'ailleurs qui s'appuie sur des observations minutieuses, méthodiquement conduites, est celui que le fécond géologue marseillais a publié en 1869 dans le *Bulletin*, sous le titre de : *La Crau, sa composition géologique et son origine* (2).

M. Coquand y établit avec beaucoup de netteté que les conglomérats rapportés par les auteurs à une formation unique, celle de la Crau, appartiennent en réalité à cinq horizons géologiques distincts qu'il désigne ainsi : 1° Le système garumnien ; 2° l'étage falunien ; 3° la formation pliocène ; 4° la période quaternaire ancienne ; 5° la période actuelle.

Ayant ensuite isolé, d'une part les poudingues *à cailloux calcaires prédominants*, de l'autre les alluvions *à cailloux presque exclusivement siliceux*, qui constituent les premiers le sous-sol, les secondes le sol de la Crau, il s'applique à démontrer que les uns et les autres ne doivent rien à la Durance, au moins directement, — que les poudingues calcaires sont d'origine marine et contemporains du terrain tertiaire lacustre supérieur des Basses-Alpes, tandis que le cailloutis siliceux superficiel est le produit direct du Rhône quaternaire.

Celles de ces conclusions qui concernent l'*âge* des deux formations

(1) Note relative à sa communication du 7 avril, parvenue en retard au secrétariat.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e sér., t. XXVI, p. 541.

caillouteuses de la Crau, ont été adoptées par le savant auteur de la *Statistique géologique du Gard*, qui eut à étudier dans ce département des dépôts analogues et me paraissent confirmées par les observations que j'ai été à même de faire dans les Bouches-du-Rhône (1). Peut-être pourrais-je présenter un léger amendement aux propositions de M. Coquand et réserver à la période intermédiaire entre le régime marin exclusif et le régime continental, le charriage des galets dont les bancs ou les lentilles, entremêlés de lits sableux, couronnent les marnes argileuses de formation manifestement marine.

Les poudingues paraissent en effet correspondre exactement à ce niveau qui, dans le Midi, présente de nombreux fossiles d'eau douce (Limnées, Planorbes, Bythinies, Unio, etc.), mêlés à quelques coquilles marines (*Nassa semistriata*), ou saumâtres (*Potamides Basteroti*), ou submaritimes (*Auricula Serresi*) et qui reproduit si fidèlement, après une longue période, le faciès ontologique des sables miocènes à *Nassa Michaudi* et *Helix delphinensis*. Mais comme les fossiles manquent jusqu'ici à l'appui de l'une ou de l'autre de ces manières de voir, il serait prématuré de vouloir dès aujourd'hui approfondir cette question qui, d'ailleurs, n'offre qu'une minime importance. Les dépôts entre lesquels est compris ce poudingue à *cailloux calcaires prédominants*, sont clairement datés par les restes organiques qu'ils ont livrés ; l'époque de la formation du terme qui les sépare, ne saurait donc osciller dans notre esprit qu'entre des limites très rapprochées.

Mais si les conclusions de M. Coquand sur cette question, si longtemps en litige, me paraissent à l'abri d'une critique sérieuse et prouvent en faveur de la sagacité de ce vaillant géologue, dont les années respectèrent si longtemps la laborieuse ardeur, il est à remarquer que les arguments qu'il a tirés de l'étude des terrains néogènes dans les départements de Vaucluse et des Bouches-du-Rhône, témoignent d'une connaissance insuffisante des caractères et de l'extension des terrains pliocènes dans le bassin du Rhône. Aussi, dans la crainte qu'une semblable constatation n'entraîne un jour

(1) Pour m'écarter le moins possible du sujet de cette note, je m'abstiendrai de discuter ici la classification des *Alluvions des plateaux* (P de la carte géol. détaillée), que certains géologues rapportent à l'époque pliocène, tandis que d'autres n'y voient que le début de cette grande période de transport, qui, après plusieurs phases de comblement et d'affouillement, a donné à nos vallées leur configuration actuelle. L'âge relatif de ces alluvions est nettement établi par la stratigraphie; leur classement définitif n'est donc plus qu'une question d'accolade ou d'opportunité, dont la solution, d'ailleurs, peut être influencée par des considérations locales.

quelque défiance à l'égard de solutions qui semblent fondées, crois-je devoir étayer de nouvelles observations plus précises une argumentation d'ailleurs très habile.

Après avoir cité, d'après Sc. Gras, le gisement fossilifère de Bollène (Saint-Ariès) — un des meilleurs types du Pliocène marin rhodanien, — M. Coquand rapporte au même niveau ceux de Visan, de Valréas et de Caïranne (Vaucluse), qui appartiennent, sans conteste suivant moi, aux marnes helvétiennes à *Ancillaria glandiformis* et *Cardita Jouanneti* de Cabrières-d'Aigues, dernier dépôt de la mer miocène dans le Sud-Est. Plus loin, l'auteur rappelle les graviers de Lyon et de ses environs, où l'on aurait trouvé le *Mastodon arvernensis* associé aux *Nassa Michaudi*, *Dendrophyllia Colonjoni*, etc. Or, il a été reconnu depuis longtemps que les graviers du Lyonnais où l'on rencontre des débris organiques du Miocène de Tersanne, font partie des alluvions anciennes et si, réellement, il y a été trouvé des ossements du *Mastodon arvernensis*, il faut admettre que ceux-ci ont été arrachés aux sables pliocènes, de même que les coquilles qui les accompagnent dans ces graviers l'ont été à la mollasse helvétienne. Mais laissons ces dépôts trop éloignés de la Crau pour qu'il soit nécessaire d'en fixer ici l'âge, — fort exactement établi d'ailleurs dans des publications postérieures au mémoire de M. Coquand — et revenons à la Provence.

« Les marnes subapennines, — dit le savant auquel la géologie du midi de l'Europe et de l'Algérie doit tant d'observations, — franchissent la Durance et nous les avons découvertes sur plusieurs points du département des Bouches-du-Rhône, notamment dans les territoires de Saint-Rémy, d'Eyragues, de Lagoy, de Noves, sur le revers septentrional des Alpines, et, ce qui a une importance capitale, à la base même de la grande Crau, dans les communes de Mouriès et d'Arles, entre la Teulière et Barbegal. C'est le terrain que M. Matheron désigne par le nom de Tertiaire supérieur marin, et dont il fixe très exactement la position entre la mollasse miocène et une couche de poudingue en tout semblable à celui de la Crau (1). »

Chargé du tracé des terrains tertiaire et quaternaire de la feuille d'Avignon, j'ai terminé l'étude de la région mentionnée ici par M. Coquand, et j'avoue n'avoir rencontré les marnes pliocènes sur aucun des points de la plaine d'Avignon cités par cet auteur, et teintés comme tertiaires supérieurs par M. Matheron sur sa carte des Bouches-du-Rhône, — œuvre remarquable, d'ailleurs, pour l'époque où elle parut (1843).

(1) *Loc. cit.*, p. 555.

L'étroit chaînon qui s'étend du Nord au Sud depuis Sorgues jusqu'à Saint-Rémy et qui, sur la rive gauche de la Durance, porte à son sommet cette couverture de cailloux siliceux qui a valu au tronçon des Bouches-du-Rhône le nom de *Petite Crau*, est constitué par des marnes argileuses bleuâtres, souvent sableuses, généralement très pauvres en fossiles. M. Coquand cite de ce niveau les *Turritella Brocchii* et *Ostrea undata*, puis des Pecten, de nombreux Bryozoaires et des dents de Squales. Les deux seules déterminations spécifiques qui figurent ici sont-elles exactes et, dans l'affirmative, les fossiles ainsi désignés ont-ils bien été recueillis dans les marnes argileuses de la colline d'Eyragues ?

La *Turritella Brocchii*, Bronn, ne m'est pas connue du Pliocène du sud-est de la France. C'est une grande espèce du groupe du *T. turris*, dont elle se rapproche assez pour avoir été confondue avec le type de Bordeaux; or, ce groupe est bien représenté dans le Miocène rhodanien et la figure de Brocchi rappelle à quelques égards l'espèce des marnes helvétiennes, que j'ai désignée sous le nom de *Turritella valriacensis* (1). Les Huîtres rapportées généralement à l'*Ostrea undata* (auct.) de la Provence et du Languedoc, présentent des formes trop diverses pour que cette citation, dont le contrôle est impossible, soit d'une grande valeur. Les Pecten ne sont pas spécifiquement dénommés; les Bryozoaires qui pullulent dans le Miocène et en particulier dans l'Helvétien, jusqu'à représenter parfois une partie notable des éléments constitutifs de la roche, sont généralement peu communs dans le Pliocène provençal; quant aux dents de Squales, elles y sont d'une telle rareté, que leur présence seule dans les marnes d'Eyragues suffirait à éveiller le doute relativement à l'âge pliocène de ce dépôt.

Ces marnes bleuâtres ou grises reposent d'ailleurs, à ce qu'il m'a semblé, en stratification concordante sur la mollasse à *Pecten præscabriusculus* qui affleure depuis Saint-Rémy jusqu'au Mas Blanc, au pied septentrional des Alpines et dont l'exploitation, aujourd'hui délaissée, remonte à une haute antiquité (2).

A Noves, à Caumont, à Saint-Saturnin, j'ai réussi à trouver quelques gisements fossilifères qui, en effet, m'ont livré des dents de Squales, des Peignes, des Huîtres et de nombreux Bryozoaires, mais

(1) Étude V : *Description de quelques fossiles nouveaux ou peu connus.*

(2) Ainsi que l'a observé M. Léenhardt, l'Helvétien moyen (zones à *O. crassissima* et *P. Gentoni*) est parfois dans cette région en discordance avec l'Helvétien inférieur (zone à *P. præscabriusculus*); mais ce phènomène est local et souvent réduit à une minime extension.

toute cette faune est incontestablement miocène. Le *Pecten Gentoni*, Font., qui caractérise la grande formation marno-sableuse comprise entre la Mollasse de Saint-Paul-Trois-Châteaux et les marnes de Cabrières-d'Aigues, est très commun à Saint-Saturnin. Le grès supérieur que M. Coquand a rapproché de la *Panchina* des géologues italiens, renferme, au-dessus du village même de Saint-Saturnin, de nombreuses valves d'une Huître qui est abondante dans l'Helvétien moyen des environs de Caïranne, de Nyons, de Valence et que je rattache à l'*Ostrea luberonensis*, Fisch. et Tourn. A Noves et à Caumont, à la base des collines qui dominent ces villages, on trouve avec de nombreux Pecten du groupe des *P. Gentoni*, *P. ventilabrum*, des fragments représentant celui des *P. spinulosus* et *P. Haueri* du Miocène méditerranéen. Je citerai en outre, de la dernière de ces localités, des dents de Lamna, des pinces de Cancériens, des valves de Balanes de grande taille, des moules de Gastéropodes (indéterminables), de Tellines, du *Lutraria elliptica*, (Roissy, qui n'est pas rare dans l'Helvétien du Comtat), des valves de Thécidées et d'Argiopes appartenant vraisemblablement aux espèces communes à ce niveau dans le Viennois (Balmes de Saint-Fons, de Feyzin, etc.), un article de Pentacrinus, une des grandes raretés paléontologiques du Miocène du Sud-Est, de nombreux Bryozoaires identiques à ceux qui abondent dans la Mollasse du Comtat, depuis la base de l'Helvétien jusqu'au grès à Patelles de Visan, enfin un Polypier commun dans le grès à Cardites de Grane.

Ces marnes argileuses des collines de la plaine d'Avignon sont donc incontestablement miocènes et très probablement découpées dans le prolongement, un peu épaissi, des couches marno-argileuses qui alternent avec les sables et les grès de l'Helvétien moyen dans le Comtat (Grignan), le Valentinois (La Vache près de Valence, etc.). Ainsi s'explique l'inclinaison des strates mise en évidence par les coupes de M. Coquand, et qui serait assez anormale à une telle distance du rivage, si ces marnes appartenaient en réalité à l'étage plaisancien (1).

« Il est utile de faire observer qu'il serait tout à fait impossible de rapporter au terrain de la Mollasse les sables, les argiles, les marnes, le calcaire coquillier et les poudingues que nous venons de décrire. La Mollasse miocène existe au sud de Saint-Rémy où elle est fortement redressée, et c'est dans son prolongement vers le nord qu'elle s'enfonce sous la petite Crau, qu'elle supporte par conséquent, ainsi que le terrain subapennin intermédiaire. »

(1) *Loc. cit.*, p. 558.

La Mollasse de Saint-Rémy représente le terme inférieur de l'Helvétien du Comtat et de la Provence, normalement surmonté de plus de 300 mètres de sables, de grès et de marnes, — et pour attribuer au Pliocène le chaînon d'Eyragues, de Noves, de Saint-Saturnin, il faudrait admettre une puissante dénudation du groupe de Visan, dont la base seule formerait entre le Rhône et le Luberon une vaste cuvette, remplie par les argiles subapennines, ravinées à leur tour par les courants quaternaires.

Cette succession de phénomènes n'aurait rien que de très conforme à ce que nous savons de l'histoire tertiaire de la vallée du Rhône, mais aucun fait stratigraphique, aucune donnée paléontologique ne prouve qu'elle ait concouru à la formation des collines argileuses de la plaine d'Avignon. Les documents que j'ai recueillis témoignent tous, au contraire, de l'âge miocène de ces dépôts, qui doivent sans doute à leur faciès pétrologique d'avoir été assimilés aux marnes subapennines (1).

L'Helvétien inférieur soulevé au midi par les Alpines, à l'est par le Luberon, au nord par le petit massif de Châteauneuf, à l'ouest par celui de Villeneuve, et, dans l'intérieur de ce périmètre, par l'îlot crétacé de Védènes, borde de tous côtés la plaine d'Avignon, supportant l'Helvétien moyen, dont les strates convergent visiblement vers le fond, assez accidenté, de la cuvette. C'est dans les grès et les marnes de cette dernière assise que les courants quaternaires ont taillé le relief actuel ; sans doute la mer pliocène les avait déjà entamés, mais ce ne peut être que sur un espace très restreint. La composition géologique et l'origine de la plaine d'Avignon sont donc absolument les mêmes que celles des plaines ou vallées ouvertes sur la rive gauche du Rhône par ses principaux affluents des temps pliocènes ou actuels, et en particulier de la plaine d'Orange, de celle de Crest, de la vallée de Beaurepaire, etc.

Rapprochons-nous maintenant de la grande Crau et franchissons la chaîne des Alpines. Entre Aureille et Mouriès, la région des marais d'Arles est bordée à l'est par un escarpement qui montre la constitution sur ce point du sous-sol de la Crau. Ce sont des argiles, des sables, des grès, — au sommet, des bancs de pou-

(1) Il en est de même des argiles de Villeneuve-lez-Avignon, des Angles, exploitées par plusieurs tuileries, et qui ont été indûment rapportées par Dumas au Pliocène; ce dépôt qui atteint une épaisseur notable, appartient à l'Helvétien moyen, ainsi qu'on peut s'en convaincre soit par l'étude des rares fossiles contenus dans ses dernières couches, soit en le suivant au nord jusqu'au château de l'Insolas, où les argiles, de plus en plus sableuses, passent sous des sables et des grès dont l'âge miocène est de toute évidence.

dingues, — que M. Coquand assimile aux terrains des collines d'Eyragues et classe par conséquent dans le Pliocène. Je n'y ai trouvé aucun fossile et je ne me permets de combattre l'opinion des maîtres, que lorsque les documents réunis me paraissent absolument concluants ; je ne me prononcerai donc pas dès aujourd'hui à l'égard de leur âge, sur lequel je n'ai que des présomptions. Il en est de même des falaises qui dominent au sud l'étang de Comte. Je me bornerai à faire remarquer que les pointements tertiaires qui percent la nappe des alluvions quaternaires de la Crau, à quelques kilomètres au sud-est d'Aureille et de Mouriès, me paraissent appartenir au grès miocène qui borde à l'est et au sud, la vaste plaine caillouteuse.

Ainsi, de tous les dépôts invoqués par M. Coquand, pour démontrer par analogie l'origine marine et l'âge subapennin du poudingue calcaire de la Crau, les uns, — et c'est le plus grand nombre, — sont certainement miocènes, les autres ne sauraient être encore classés avec une entière certitude. La thèse si brillamment soutenue par cet auteur avait, on le voit, besoin d'être étayée d'arguments plus solides que ceux qu'il a fait valoir; aussi est-ce avec une grande satisfaction que j'ai rencontré, l'an dernier, à quelques centaines de mètres au nord de la Crau, dans les environs d'Eyguières, un gisement fossilifère incontestablement pliocène, qui me paraît devoir éclairer vivement la question.

Le mont Menu au pied duquel est bâti le village d'Eyguières, s'élève entre deux vallons qui le séparent, l'un de la montagne mollassique du Défends, l'autre de la chaîne crétacée des Alpines, et qui font communiquer, ainsi que le pertuis de Lamanon situé un peu plus à l'est, la plaine de la Durance avec celle de la Crau. Le fond du vallon occidental qui aboutit au nord au château de Roquemartine, est constitué par des marnes grises, cachées en grande partie par des alluvions ou des éboulis. Sur plusieurs points, et notamment près du mas de Gras, du château de Saint-Pierre-de-Vence, ces marnes argileuses, jadis exploitées par une tuilerie, présentent d'assez nombreux débris de fossiles. Voici la liste des espèces que j'ai pu reconnaître :

Nassa semistriata, Brocchi.
Turritella subangulata, Brocchi.
Vermetus arenarius, Linné.
Dentalium delphinense, Fontannes.
Corbula gibba, Olivi.
Venus islandicoides, Lamarck.
Circe minima, Montagu.
Arca Noæ, Linné.
— *tetragona*, Poli.
Anomalocardia diluvii, Lamarck.
Barbatia barbata, L., v. *restitutensis*, Font.
— *acanthis*, Fontannes.
Pecten pes felis, Linné.

Lima inflata, Chemnitz.
Spondylus, cf. *gæderopus*, Linné.
Ostrea cochlear, Poli, v. *navicularis*.
Ostrea barriensis, Fontannes.
— *cuculata*, Born.
Polypiers.

Toutes ces espèces font partie de la faune du Pliocène rhodanien, et caractérisent particulièrement le faciès que j'ai désigné sous le nom d'*Argile grise à Polypiers de Saint-Restitut* (1).

En les suivant au sud, on voit ces marnes passer, au débouché du vallon dans la Crau, sous les sables et poudingues calcaires qui supportent eux-mêmes les cailloux quaternaires. La coupe est très nette sur ce point ; elle montre d'une part que les sables et probablement les graviers appartiennent au même groupe que les marnes sous-jacentes, de l'autre qu'ils sont supérieurs à l'horizon des marnes argileuses à *Nassa semistriata*. Sont-ils comme ces dernières d'origine marine ?

A l'exception de Montpellier, — où la faune mammalogique qui caractérise les sables à *Mastodon arvernensis*, est associée à des fossiles marins et particulièrement à de nombreuses Huîtres (2), — les sables et graviers, les marnes et argiles qui succèdent aux couches à *Nassa semistriata*, sont généralement dépourvus de toute trace de fossiles marins. Dans le Comtat, et notamment dans les environs de Nyons (Drôme), les rares débris de coquilles qui se rencontrent dans les marnes coupées de bancs de poudingue à cailloux calcaires, qui couronnent la formation pliocène marine, représentent presque exclusivement des coquilles terrestres et surtout des Hélix. Ces coquilles ont-elles été entraînées dans des lacs ou des étangs abandonnés par la mer pliocène, par les cours d'eau qui, dans leurs périodes de violence, ont charrié les galets ? L'absence de tout débris organique marin ou saumâtre tendrait à le faire croire, car les conditions biologiques, même dans le rayon d'un delta, ne sont pas telles que certains mollusques ne puissent s'y développer, au moins dans les phases de calme ; le delta pliocène du Var le prouve surabondamment.

(1) *Extension et faune de la mer pliocène*, etc. *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XI, p. 132.

(2) Il ne faut pas croire, d'ailleurs, que la limite entre les argiles et les sables corresponde partout exactement, comme les tableaux synthétiques tendraient à le faire supposer, à la limite des faunes marines et continentales du pliocène. Tandis que, sur certains points, les dernières couches argileuses ne renferment déjà que des coquilles terrestres et d'eau douce, sur d'autres, parfois peu éloignés, les premiers dépôts sableux offrent encore de nombreux débris de fossiles marins (Scalaires, Pecten, Huîtres, Anomies, Bryozoaires, etc.). Les bancs compacts ou gréseux présentent alors un faciès qui ressemble, à s'y méprendre, à celui de certaines couches de la mollasse.

Quoi qu'il en soit, le poudingue de la Crau correspond certainement à cet horizon de transition dans lequel on ne saurait chercher une unité de formation, incompatible avec le régime sous lequel il s'est déposé. Fluvio-marins à Montpellier, plus exclusivement fluviatiles à Nyons, les dépôts de cette époque, dans la Crau, peuvent dépendre d'un régime saumâtre ou lacustre, mais aucune observation précise ne permet encore de se prononcer pour l'une ou l'autre de ces manières de voir.

Je ne crois pas, d'ailleurs, que les marnes plaisanciennes occupent sous les sables et graviers une grande étendue, car, ainsi que je l'ai dit plus haut, les rares affleurements tertiaires qui se dégagent de la nappe des alluvions, au nord comme au sud de la route d'Arles à Salon, entre cette dernière ville et Mouriès, m'ont paru appartenir à la mollasse qui borde la plaine sur toute sa lisière orientale. Le sous-sol de la Crau présenterait donc une composition géologique identique à celui des plaines d'Avignon, d'Orange, de Crest, etc., c'est-à-dire une vaste surface occupée par les sables et grès helvétiens, entamés et sillonnés par les anses ou les fiords de la mer pliocène.

Ces considérations conduisent à tirer de la présence des marnes à *Nassa semistriata* dans le vallon de Saint-Pierre-de-Vence, une déduction intéressante au point de vue du cours primitif de la Durance, question si souvent discutée et qui a été de nouveau soulevée par M. Collot, lors du Congrès de Montpellier (1).

Si on jette les yeux sur la carte de la mer pliocène dans le sud-est de la France (2), on remarque que les eaux marines s'avançaient plus ou moins dans toutes les vallées rhodaniennes, qui étaient déjà creusées, en partie du moins. Cette opinion que j'ai émise en 1880 (3), a été soutenue depuis par M. Torcapel et appuyée de nouvelles preuves dues aux intéressantes recherches de notre confrère (4).

(1) C.-R. *Ass. fr. Av. des Sciences.*, t. VIII, p. 660.

(2) Fontannes, in *Moll. pliocènes de la vallée du Rhône et du Roussillon*, t. II.

(3) Étude VI : *Le bassin de Crest*, p. 132 et suiv., p. 181.

« Les galets perforés des bords de la mer pliocène, plaqués contre les collines sableuses qui lui servaient de rivage, attestent que le transport des alluvions calcaires était en pleine activité à cette époque — .» *Id.*, p. 142. »

(4) *Le plateau des Coirons et ses alluvions sous-basaltiques.* (*Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. X, 1882, p. 406.)

Je ne saurais cependant partager l'opinion de M. Torcapel sur l'âge du Conglomérat de Chambaran, qu'à l'exemple de l'éminent doyen de la Faculté des sciences de Grenoble, il rapporte au Miocène.

Il me paraît impossible de séparer cette nappe d'alluvions de celle qui s'étend sur les dépôts pliocènes des environs de Hauterives, de Saint-Vallier, de Saint-Michel-de-Montmiral, etc.

Malheureusement le rivage pliocène est beaucoup plus difficile à suivre dans le département des Bouches-du-Rhône que dans le Comtat et le Dauphiné, et je ne saurais encore en indiquer un lambeau quelconque dans la plaine de la Durance comprise entre les contreforts du Luberon et le Rhône (1). Est-ce à dire que la Durance pliocène suivait un autre cours que la Durance quaternaire et se jetait dans la mer par une embouchure distincte de celle du Rhône? M. Coquand ne l'admet pas, mais si cette manière de voir rencontre des objections aussi péremptoires que le pense cet auteur, il ne serait nullement invraisemblable qu'un bras se fût détaché au-dessous d'Orgon, où la rivière venait buter contre les falaises crétacées des Alpines, pour suivre la base orientale de cette chaîne et s'engager dans le vallon de Saint-Pierre-de-Vence.

Dans les intéressantes discussions qui ont cherché à fixer le cours de la Durance à l'époque du dépôt du poudingue et des alluvions de la Crau, afin d'en déduire la part que cette rivière a pu prendre à leur formation, on s'est uniquement préoccupé du pertuis de Lamanon, la voie la plus large, en effet, qui fasse actuellement communiquer la Crau avec la Durance. Mais là on ne rencontre que des dépôts mollassiques, et l'hypothèse du passage d'un grand cours d'eau soit pliocène, soit quaternaire, ne saurait y trouver des preuves absolument irrécusables (2); il en est autrement du vallon de Saint-Pierre, où l'on peut constater la présence de formations tertiaires évidemment plus récentes que celles qui sont entamées par le défilé de Lamanon.

Les faits qui ressortent de ces quelques observations sur les terrains tertiaires qui s'étendent au nord et au sud de la chaîne des Alpines, — observations que je me propose de compléter prochainement, — peuvent donc se résumer ainsi :

1° Le chaînon qui s'étend du nord au sud entre Saint-Saturnin et

(1) De nouvelles recherches me permettent de signaler aujourd'hui trois nouveaux lambeaux plaisanciens, plaqués contre les collines helvétiennes de Bédarrides, de Sorgues et le massif crétacé de Barbentane, et qui viennent confirmer le tracé approximatif que j'ai donné du rivage pliocène dans cette région. Les deux premiers m'ont été indiqués par M. Léenhardt, et j'en sais d'autant plus de gré à mon excellent confrère, que l'un d'eux, celui de Bédarrides, enfoui pour ainsi dire dans les sables et grès miocènes, eût probablement échappé à mon attention.

(2) Des observations récentes sur les éléments des dépôts caillouteux de la Crau ont cependant décidé M. Collot à abandonner les idées de M. Coquand, en ce qui touche l'exclusion de la Durance de toute participation à leur formation, et à se rapprocher de la manière de voir de M. Martins, « qui considère cette plaine comme le lit de déjection de la Durance, ayant passé par le pertuis de Lamanon ». — *Loc. cit.*, p. 600.

Saint-Rémy, et que coupe la Durance entre Noves et Caumont, est constitué en grande partie, par des marnes argileuses appartenant à l'Helvétien, ainsi qu'en témoignent les stations fossilifères de Noves, de Caumont, de Saint-Saturnin. Le cailloutis à galets de quartzite qui le couronne est un dépôt quaternaire.

2° Les marnes à *Nassa semistriata* et *Ostrea barriensis* affleurent à la base orientale des Alpines, en face de Sénas et pénètrent dans le vallon de Saint-Pierre-de-Vence. Toutes les espèces recueillies sur ce point, — le premier des Bouches-du-Rhône qui ait livré une faune marine pliocène de quelque importance, — se trouvent dans les marnes et faluns de Saint-Ariès. Dans son ensemble, et surtout par ses caractères négatifs, cette faunule rappelle plus particulièrement le faciès ontologique de l'*argile grise à Polypiers de Saint-Restitut*, déposée au pied des falaises mollassiques de la colline de Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme).

3° La mer pliocène de Saint-Ariès ayant généralement pénétré dans les terres miocènes par les vallées actuelles, dont le premier creusement a débuté à la fin du Tortonien et inauguré, si l'on s'en tient aux faits les plus généraux, l'époque pliocène, il est à présumer qu'un bras de la Durance, sinon toute la rivière, a dû avoir une embouchure distincte de celle du Rhône et se jeter dans la mer aux environs d'Eyguières.

4° La composition géologique du sous-sol de la Crau et de la plaine d'Avignon, présente la plus complète analogie avec celle du sous-sol de la plaine d'Orange, de celle de Crest, de la vallée de Beaurepaire, etc. L'Helvétien moyen en constitue la plus grande partie et n'est raviné par le Plaisancien que sur une surface relativement restreinte.

Séance du 5 *Mai* 1884.

PRÉSIDENCE DE M. PARRAN.

M. Monthiers, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société :

M. Gilliéron, professeur à Bâle, présenté par MM. Renevier et Alphonse Favre.

M. le Président annonce la mort de M. Seignette.

M. **Munier-Chalmas** présente la communication suivante, de M. **Léon Dru** :

Note sur la **géologie** *et l'***hydrologie** *de la* **région** *du* **Bechtaou** (*Russie-Caucase*),

par M. **Léon Dru**.

Pl. XXIII à XXVI.

En 1882, je fus chargé par le gouvernement impérial de Russie d'une mission au Caucase. Le programme qui m'était tracé comportait l'examen des eaux minérales de Piatigorsk et des localités voisines, tant au point de vue de la genèse des sources qu'à celui de leur aménagement et de leur exploitation. Les recherches et travaux de sondages que j'entrepris et qui furent consignés dans un rapport (1), me donnèrent l'occasion de faire une étude stratigraphique des terrains, des accidents qui les ont affectés et du régime des eaux souterraines. L'existence dans cette région de roches éruptives et de nombreuses sources thermales constituant des phénomènes connexes d'un réel intérêt, je les ai réunis dans un même exposé, espérant ainsi faciliter l'examen des personnes qui s'intéresseront à la géologie et à l'hydrologie de ce curieux pays.

Les publications ayant trait à la description géologique de cette partie du Caucase sont encore peu nombreuses et ne donnent que des aperçus généraux sur les stations balnéaires de Piatigorsk, Geleznovodsk, Essentouky et Kislovodsk. M. E. Favre, dans ses études si consciencieuses sur le centre du Caucase (2), en a fait une description sommaire; après un voyage dans l'Iméritie, la Souanétie, l'Ossétie et la Kabarda, il visita les gisements fossilifères de Kislovodsk; mais une maladie qu'il contracta subitement dès son arrivée dans cette localité interrompit le cours de ses excursions, et nécessita son retour à Tiflis. Ses mémoires reproduisent (p. 55 et suivantes) des analyses de sources minérales et quelques observations attentives et raisonnées sur les stations thermales. Les notes les plus remarquables et les plus étendues sont dues au savant géologue M. Abich, qui les a consignées dans de nombreux ouvrages (3).

(1) *Rapport sur les eaux minérales du Caucase*, Léon Dru, Paris, 1883.

(2) *Recherches géologiques dans la partie centrale de la chaîne du Caucase*, par Ernest Favre; Genève, Bâle, Lyon, 1875.

(3) *Description géologique du versant septentrional de la chaîne du Caucase, depuis le mont Elbrous jusqu'au mont Betchaou*, par M. Abich, 1853 (publié en russe et en allemand). — *Géologie d'Essentouky*, par M. Abich. *Bull, méd.*, n° 19,

SOURCES DE GELEZNO

DÉSIGNATION		TEMPÉRATURE en degrés centigrades	DÉBIT EN LITRES par 24 heures.	RÉSIDU FIXE en grammes par litre.	SULFATE de potasse.
Sous-groupe de l'Est.	Tranchée N° 2.	51° 3	69.120	2.8800	———
	Griaznouchka supérieure. . . .	44°	94.116	2.8340	0.03293
	Griaznouchka inférieure. . . .	43° 8	»		
	Nos 5 et 6	36° 5	»	2.6980	0.03317
	Mouravieff chaude.	41°	»	2.7680	———
	Marie	33° 8	31.200	2.6722	0.05543
	Ivanovsky.	30°	10.800	2.9120	———
	Michel.	21° 3	21.948	2.5473	0.04527
	N° 10	23° 6	4.800	2.8790	0.02113
	Bariatinsky	24°	27.996	2.8000	0.06582
	N° 8.	13°	3.600	2.6651	0.06832
	Zavadovsky	17°	60.576	2.6880	»
	Mouravieff froide	19° 8	18 660	2.6500	»
	Mouravieff vieille	11°	»	2.5460	»
Sous-groupe de l'Ouest.	Galerie N° 1.	43° 8	»	2.5500	0.05414
	Galerie N° 2.	48° 8	»	2 6400	»

TABLE

DÉSIGNATION		TEMPÉRATURE en degrés centigrades.	DÉBIT EN LITRES par 24 heures	RÉSIDU FIXE par litre.	ACIDE sulfurique.	CHLORE.
Sous-groupe de l'Est.	Tranchée n° 2.	51° 3	69.120	2.8800	0.67467	0.2820
	Mouravieff chaude.	41°	»	2.7680	0.64618	0.3196
	Ivanovsky.	32° 5	10.800	2.9120	0.70764	0.2841
Sous-groupe de l'Ouest.	Emmanuel.	28° 8	21.600	2.4400	0.58678	0.2131
	Kegam	18° 8		2.7080	0.62248	0.2604

NOTA. — Les analyses du tableau II n'ont pas été mises dans le tableau I à cau

La Société en a donné des extraits dans les tomes XII et XV de la 2e série.

Il faut citer également M. Frédéric Dubois de Montpéreux, auquel on doit les premières indications géologiques, parues dans une relation de ses voyages éditée en 1839 (1) et dans les *Bulletins* de la Société de Géologie (2). Cet important travail, aujourd'hui introuvable, se rattache principalement à l'histoire, à l'archéologie et à l'ethnographie, mais on y trouve des notes fort utiles sur l'ensemble des soulèvements qui ont affecté, à diverses époques, l'isthme caucasien.

En paléontologie, on peut consulter une publication faite par le service des mines de l'empire Russe (3); elle donne une monographie des fossiles des couches crétacées, et quelques tableaux indiquant la répartition des terrains et des faunes dans les localités qui viennent d'être désignées.

La question des eaux minérales a fait l'objet d'un mémoire rédigé par M. Jules François, inspecteur général des mines (4). Elle avait été traitée antérieurement par M. Fr. de Koschkull, ingénieur des mines à Tiflis, qui a relevé avec un soin minutieux l'orientation des fissures de la Goriatchaïa-Gora (Montagne chaude) à Piatigorsk (5) et par MM. les docteurs Nébuline, Conradi vers 1830, Smirnow et Miloutine, ces derniers auteurs de guides publiés plus récemment sur les groupes thermaux du Caucase.

M. le docteur Smirnow, ancien directeur des établissements balnéaires a donné un historique des eaux de Piatigorsk, dont l'usage en Russie remonte aux années 1807 ou 1808 (6). A cette époque, les

1874 (publié en russe). — *Etude comparative des mouvements de terrain...*, etc. — *Prodrome d'une géologie du Caucase*, par Abich; Saint-Pétersbourg. 1858 (publié en allemand). — *Observations géologiques sur une excursion au Caucase faite pendant l'année* 1873, par M. Abich (*Bull. de la Société Imp. des naturalistes de Moscou* (publié en allemand).

(1) *Voyages autour du Caucase chez les Tcherkesses et les Abhases, en Colchide, en Géorgie, en Arménie et en Crimée*, avec un atlas, t. I-VI, par Dubois de Montpéreux; Paris, 1839-43.

(2) 1re série, t. VIII, p. 371.

(3) *Documents pour la géologie du Caucase*, avec carte pour la description géologique de la région de Piatigorsk, publiés en russe par le service impérial des mines; Tiflis, 1876.

(4) *Mémoire sur la genèse des eaux minérales et des émanations salines des groupes nord du Caucase*, par Jules François; Paris, 1875.

(5) *Compte rendu des travaux exécutés aux eaux minérales de Piatigorsk, Gelez-novodsk et Essentouky*, par Fr. de Koschkull; Tiflis, 1871 (publié en russe).

(6) *Guide aux eaux minérales du Caucase*, par le docteur Smirnow. — Moscou 1870 (publié en français).

malades qui se hasardaient aux bains de Piatigorsk, étaient obligés de revenir passer la nuit à 4 kilom. environ des sources, dans la petite forteresse de Constantinogorskaïa, construite en 1780. Ces précautions étaient indispensables, car les forêts du Bechtaou et de la Machouka servaient de refuge à des montagnards kabardiens, qui trouvaient un profit assez avantageux dans la rançon des voyageurs russes qu'ils avaient faits prisonniers. On trouve dans ce guide des renseignements statistiques et la désignation de toutes les sources et bains qui ont existé avant l'année 1870.

L'ouvrage du docteur Miloutine (1), paru en 1879, intéresse les quatre stations balnéaires ; il contient des analyses très complètes de la plupart des sources, et l'appréciation de géologues et naturalistes sur les terrains. L'exposé de la formation des roches éruptives du Bechtaou est curieux à parcourir à cause des théories qui y sont développées, et que l'auteur attribue à M. Bayern. Ce manuel détaillé renferme, en outre, des plans et vues des stations thermales.

On a désigné sous le nom générique d'eaux minérales du Caucase, l'ensemble des émanations hydro-minérales qui existent autour du Bechtaou et dans le steppe de Piatigorsk, quoique d'autres sources importantes se rencontrent également dans le Caucase et en Transcaucasie ; mais cette désignation, un peu exclusive, il est vrai, leur a été donnée parce qu'elles furent les premières exploitées, puis à cause de leur nombre et de leur étonnante variété.

Ces sources ne paraissent avoir été découvertes par les Russes que dans la seconde moitié du dix-huitième siècle, vers l'année 1774, mais on suppose qu'elles étaient déjà connues en 1717, lors de la mission du médecin Schobert que le czar Pierre le Grand envoya à Pétrovsk et dans le Térek. En 1793, le naturaliste Pallas, puis en 1807, Jules Klaproth, orientaliste distingué, fils du célèbre chimiste, et de savants voyageurs tels que Dubois de Montpéreux, Haas, etc..., en firent la description dans leurs relations de voyage.

Les occupations de la conquête et une peste terrible qui sévit au Caucase en 1804 et 1808 firent délaisser momentanément ces sources ; celles du versant de la Machouka étaient alors à peu près les seules que l'on fréquentât. En 1811, deux cents familles russes les visitèrent, chiffre considérable, si l'on songe aux difficultés de route et aux dangers que couraient les voyageurs. Vers la même époque, le gouvernement fit venir une tribu de Kalmoucks des steppes d'Astrakan, pour peupler le pays et former un centre de colonisation ; puis

(1) *Les eaux minérales du Caucase,* par le docteur Miloutine. — Moscou. 1879 (publié en russe).

la petite forteresse de Constanstinogorsk et ses annexes, situées à environ trois ou quatre kilomètres de Piatigorsk, ne suffisant plus pour abriter les baigneurs, on construisit des maisons qui furent le commencement de la ville actuelle, qu'un décret, promulgué en 1830, transforma en chef-lieu de district. Dans l'histoire des eaux minérales du Caucase, on cite les généraux Obreskoff, Ermoloff, Emmanuel, Vorontzoff et Bariatinsky comme ayant le plus contribué à la formation des établissements thermaux et au développement des stations que nous allons examiner.

Aperçu général sur la Géologie de la région. — Quand on parcourt les vastes plaines qui s'étendent du Volga au Don, et du Kouban aux premiers versants de la chaîne caucasique, on est frappé de l'uniformité qu'elles présentent : c'est un immense steppe avec quelques éminences qui en rompent à peine la monotonie et dont la disposition orographique, comparée à celle du Caucase proprement dit, indique que la contrée n'a pas participé aux grands mouvements qui ont affecté la région montagneuse voisine.

Cette régularité dans l'aspect du pays n'est troublé que vers Stavropol, et elle commence à disparaître à cent vingt-huit kilomètres environ de cette localité, quand on se rapproche de Piatigorsk. Le contraste est d'autant plus frappant que l'on quitte un pays peu accidenté pour se trouver subitement en présence d'une série de montagnes et de dykes isolés, inscrits dans un cercle d'à peu près vingt et un kilomètres de rayon, avec des altitudes comprises entre 380 et 1,398 mètres au-dessus du niveau de la mer Noire. La vue se repose agréablement sur un horizon nouveau dont la ligne est énergiquement accentuée par ces reliefs imposants couverts d'une végétation inconnue aux steppes du Kouban. Ce pays est le centre des stations thermales si renommées du versant nord du Caucase ; en effet, il offre sur un espace relativement restreint les variétés les plus nombreuses d'émanations hydro-minérales : telles sont les sources sulfurées alcalines thermales de Piatigorsk ; celles bicarbonatées alcalino-ferrugineuses thermales de Geleznovodsk ; les sources bicarbonatées alcalines, et alcalino-sulfureuses froides d'Essentouky ; celle bicarbonatée ferrugineuse froide de Kislovodsk, etc.

Beaucoup d'autres sources d'eau minérale, dont la nomenclature est résumée dans le tableau ci-joint se rencontrent en grand nombre dans la région ; quelques-unes sont remarquables par leur minéralisation : telles sont, par exemple, les sources sulfatées ferrugineuses de la montagne des Serpents, désignées sous le nom de Kouporossni, qui empruntent leur composition à des pyrites contenues dans les couches tertiaires ; celles de Gorko-Salionni, chloro-

sulfatées magnésiennes et la série des eaux alcalines sulfureuses sodiques d'Essentouky et du mont Kouma.

Eaux minérales de la région du Bechtaou.

LOCALITÉS	NATURE DE L'EAU
Piatigorsk.	Sulfurée alcaline *acidule* chaude.
Mont Byk (source Kalmoukaïevski).	Sulfurée sodique chaude.
Mont Kouma.	Id. id. id.
Colonie Tempelkow.	Id. id. id.
Lacs Tamboukan.	Sulfatée sodique froide.
Essentouky.	Bicarbonatée alcaline froide.
Vallon de la Kirkili.	Id. id. id.
Vallon de la Djemougha.	Magnésienne sodique froide.
Vallon (source Gorko Salionni).	Chloro-sulfatée magnésienne froide.
Lisogorskaia.	id. id. id.
Lacs amers de la colonie Karras.	Sulfatée magnésienne froide.
Geleznovodsk.	Bicarbonatée alcalino-ferrugineuse chaude.
Kislovodsk.	Bicarbonatée ferrugineuse froide.
Plateau du Bermamout.	Id. id. id.
Mont Zmeïnaïa (source Kouporossni).	Sulfatée. id. id.

Quant aux sources d'eau douce, elles sont non moins nombreuses : quelques-unes, comme celles du mont Youtza ont un débit considérable et une origine filonienne; d'autres, parcourent d'immenses fissures et cavités à la manière des sources vauclusiennes, et dans ce genre on peut citer celle du Moulin de la Bérézovaïa, à Kislovodsk.

Dans les affleurements des assises tertiaires, au milieu des travertins et des conglomérats, on voit encore des sources assez abondantes : telles sont les sources de Zolotouchka et Perkalka, à Piatigorsk, du ravin des grottes d'Essentouky; et sur les pentes du Bechtaou, à 250 mètres au-dessus du steppe, émergent également des eaux pures et froides dont le régime est entretenu d'une manière permanente, par les eaux météoriques.

L'apparition des eaux minérales est contemporaine de celle des roches éruptives ; elle a correspondu à une série d'oscillations du sol qui, en déplaçant les points d'émergence ont modifié la composition chimique des eaux; de là, des différences marquées dans les dépôts qu'elles ont laissés et qui ont cependant une origine com-

mune. L'activité éruptive qui s'est produite pendant l'ère tertiaire, et dont le Pliocène a vu l'apogée, a été la cause majeure de ces nombreux mouvements; des roches sont arrivées au jour par les fissures profondes du versant caucasique et ont formé la plupart des reliefs actuels du steppe de Piatigorsk.

Du sommet des monts Machouka et Youtza, j'ai tracé deux vues d'ensemble (pl. XXIV) qui reproduisent une partie de ces accidents géologiques remarquables que M. Abich a très justement comparés à un archipel dont les îles émergent de la mer. Cet éminent géologue a émis l'idée que ces mouvements du sol ont eu lieu à la fin de la période crétacée, à deux reprises différentes et dans deux directions principales; la première s'est faite suivant une orientation nord-ouest, et aurait donné naissance aux monts Bechtaou et Kouma; la seconde, dirigée vers le nord-est comprendrait les autres montagnes, et principalement la Machouka qui présente une large fracture par laquelle les eaux thermales de Piatigorsk se sont écoulées. C'est peut-être attribuer une date trop ancienne à ces soulèvements, car les roches éruptives des environs de Piatigorsk appartiennent à la série des microgranulites récentes, formant diverses variétés de porphyres qui semblent être apparues postérieurement à la période tertiaire.

Quant aux sources thermales, elles durent arriver au jour par les mêmes orifices qui ont livré passage aux dykes : elles se localisèrent ensuite dans des canaux souterrains entretenus par une circulation plus active, puis elles changèrent de lieu d'émergence et de direction sous l'influence de nouvelles oscillations.

Les terrains qui constituent le sol de cette contrée, pris dans leur ensemble, se réduisent aux termes suivants :

1° Les roches éruptives, tels que les microgranulites et les porphyres pétrosiliceux qui par leur faciès paraissent se rattacher à la série des roches anciennes, mais qui sont contemporaines de la formation tertiaire;

2° Les terrains sédimentaires qui appartiennent aux groupes secondaire et tertiaire;

3° Les terrains les plus récents tels que les alluvions anciennes des steppes, des thalwegs et les dépôts laissés par les sources thermales.

Roches éruptives. — C'est à l'époque tertiaire que prennent place les éruptions dykales du steppe de Piatigorsk : dans une note publiée en 1875 (1), M. Jules François les a reliées au massif de l'El-

(1) *Mémoire sur la Genèse des Eaux minérales du Caucase*, par Jules François, inspecteur général des Mines, Paris, 1875.

brous, et il désigne le mont Djoutza comme le premier évent d'une coulée partie de ce grand centre d'éruption.

L'action éruptive se serait ensuite dirigée au N.-N.-E., pour aboutir au Mont Kouma, (Koum-Gora). Mais la différence qui existe entre les roches éruptives ne permet pas de les réunir et de confondre les influences qu'elles ont pu exercer sur la genèse des eaux minérales du Caucase. L'expansion des microgranulites de la région de Piatigorsk se montre comme un ensemble indépendant éloigné de plus de 85 kilomètres de l'Elbrous dont le massif est composé en majeure partie par des andésites, et l'examen de la carte (pl. XXIII), met en évidence la distinction qu'il convient d'établir.

Le mont Bechtaou se distingue par son importance et son altitude (+ 1,398 mètres) des dykes moins élevés qui l'entourent : ceux-ci sont désignés sous les noms de Montagnes de Fer, du Lion, des Serpents, des Sangliers ; Monts Chameau, Kouma, Djoutza, etc.

D'autres sommets contemporains des mêmes accidents géologiques, ne sont formés que de couches crétacées et tertiaires : ce sont les monts Chauve, Machouka et la Colline d'Or.

Le nom de Bechtaou, d'origine tartare, veut dire *cinq têtes*, et il a été donné à ce massif de roche éruptive, à cause des cinq pitons qui découpent son profil anguleux sur l'horizon. Peu de voyageurs en font l'ascension, et cependant on ne saurait trop la recommander à cause de l'admirable panorama des steppes du Kouban, du pays de Kabarda et de la chaîne du Caucase que l'on découvre de son sommet; sur près de 200 kilomètres de longueur se déploient aux regards les cimes neigeuses du Caucase que dominent à l'Est le mont Kasbek (+ 5,043 mètres), et à l'Ouest la masse colossale de l'Elbrous (+ 5,646 mètres). On se rend au Bechtaou directement de Piatigorsk par le versant Sud-Est de la montagne dont les pentes herbeuses conduisent au niveau des sources d'eau douce qui s'écoulent presque en totalité sur le flanc Est.

Ces eaux proviennent des pluies qui atteignent, à Piatigorsk, une moyenne annuelle de $0^{m}551$ (1) et leur permanence est entretenue par la fonte des neiges qui durent jusqu'au mois de juin. Elles s'emmagasinent dans les fissures des microgranulites et des porphyres, pour se déverser ensuite à la limite d'affleurement des marnes tertiaires, ou à travers les éboulis des pentes.

Du côté de Gélernovodsk, qui n'est séparé du Bechtaou que par le ravin de la Geleznaïa (pl. XXIII et XXIV), cette ascension est également possible et elle offre même une promenade plus accidentée. On

(1) Docteur Smirnoff. — *Guide aux eaux minérales du Caucase*, août 1870.

se dirige vers le sommet sous des couverts de bois, puis à travers une prairie parsemée d'arbustes jusqu'au pied du piton principal que l'on gravit par une pente de 40° environ. Le chemin est tracé par des lacets que les chevaux cosaques montent et descendent avec un facilité surprenante.

Dans tout ce parcours, la microgranulite offre divers aspects: quelquefois elle est corrodée, presque perforée, ce qui indiquerait le passage de sources thermales ; en d'autres endroits on y reconnaît la forme prismatique que l'on observe assez souvent dans les roches porphyriques affectées par les diaclases.

Divers échantillons du Bechtaou ont été examinés par M. Vélain, à l'aide du microscope polarisant à lumière parallèle ; l'analyse a permis de les classer parmi les microgranulites, et même d'établir leur ordre chronologique (voir e tableau page 485).

Après une longue interruption qui a correspondu aux dépôts des sédiments jurassiques et crétacés, le réveil de l'activité éruptive du globe s'est manifesté de nouveau, pendant la période tertiaire, avec des roches analogues aux microgranulites anciennes qui avaient fait antérieurement leur apparition dans les terrains carbonifères et permiens. — Elles ont, en effet, une composition minéralogique et une structure similaires mais avec certaines particularités qui les distinguent nettement de celles-ci, telles que l'aspect craquelé, effrité de l'orthose vitreux (sanidine) et des inclusions qui n'existent pas dans les roches anciennes de même composition.

Les microgranulites récentes n'étaient connues jusqu'à présent qu'en des points très éloignés et sur des espaces assez limités : en Hongrie, district de Schemnitz ; en France, au milieu des montagnes des Maures et de l'Estérel, ainsi que dans l'île Galite (ou Djalta), près du littoral tunisien. Il est curieux de les retrouver au Caucase, accompagnées de sources thermo-minérales qui font de Piatigorsk une région typique de ces émanations souterraines.

M. Jules François a rattaché directement l'ensemble de ces phénomènes éruptifs à ceux du même ordre que l'on rencontre dans les Pyrénées ; mais leur véritable affinité est avec les roches des massifs montagneux de l'Estérel, de la Hongrie et de l'île Galite. Les échantillons de microgranulites qui ont été soumis à l'examen du microscope polarisant peuvent se séparer par quelques caractères spéciaux (fig. 1 et 2, pages 482 et 483). Ceux du Bechtaou, qui contiennent des cristaux de quartz bipyramidé, auraient apparu les premiers : les autres, représentés par les roches du Koum-Gora et de Geleznovodsk, ne seraient venus qu'après cette première émission : le quartz s'y rencontre à l'état globulaire avec une pâte porphyrique. Ce dernier

RÉGION DU MONT BECHTAOU.

Fig. 1. — *Microgranulite récente à pyroxène du Mont Bechtaou.*

Eléments de première consolidation.

1. Orthose (Sanidine).
2. Oligoclase.
3. Augite.
4. Hornblende.
5. Sphène.
6. Augite altéré transformé en oxyde de fer hydraté.

Eléments de deuxième consolidation.

Magma granulitique composé de :

7. Quartz granulitique.
8. Orthose.

RÉGION DU MONT BECHTAOU.

Fig. 2. — *Microgranulite récente à mica noir du Mont Kouma (Koum-Gora).*

Éléments de première consolidation.

1. Orthose (Sanidine).
2. Oligoclase.
3. Augite.
4. Hornblende.
5. Sphène.
6. Augite altéré transformé en oxyde de fer hydraté.

Éléments de deuxième consolidation.

Magma granulitique composé de :

7. Quartz granulitique.
8. Orthose.

état très accusé dans la microgranulite de la montagne de Fer (Geleznaïa-Gora), en ferait une roche plus récente encore que celle du mont Kouma et la rapprocherait des véritables porphyres ; le fer oxydulé y est aussi plus abondant, et c'est à sa présence qu'il faut attribuer la forte proportion de sels ferreux contenue dans les eaux minérales de Geleznovodsk.

On constate également parmi ces diverses variétés, un plus grand développement de silice hydratée et d'opale.

Les éruptions dykales du steppe de Piatigorsk offrent un relief des plus remarquables dont il est peut-être difficile de trouver un pareil exemple en Europe (pl. XXIV). Le massif gigantesque du Bechtaou, dont les cinq pitons dénudés dominent les montagnes voisines, qui l'entourent comme des satellites, montre un ensemble imposant des phénomènes éruptifs de la période tertiaire. Les dykes et les protubérances tertiaires et crétacées qui l'accompagnent sont au nombre de dix-sept, dont voici l'énumération :

		Altitude.
Monts	Bechtaou	1.398m
—	Djoutza	1.197
—	Zmeinaïa (Mont des Serpents)	990
—	Machouka	984
—	Youtza	969
—	Razvalka (Mont du Lion)	924
—	Verbloud (Mont du Chameau)	884
—	Zolotaïa (Mont d'Or)	880
—	Cheloudivaïa (Montagne Galeuse)	872
—	Geleznaïa (Montagne de Fer)	856
—	Svistoun (Mont Siffleur)	818
—	Byk (Mont du Taureau)	816
—	Kaban (Mont des Sangliers)	765
—	Medovka (Mont de Miel)	»
—	Lisaïa (Mont Chauve)	735
—	Bouroundouk	492
—	Kouma	381

Le plus curieux par sa forme et en même temps le plus isolé de ce faisceau d'éruptions, est le mont Kouma (pl. XXIV) ; ce rocher est situé à 10 kilomètres environ du Byk-Gora (Mont du Taureau), et à 20 kilomètres du Bechtaou ; sa hauteur est de 125 mètres environ au-dessus du steppe, il est presque vertical, mais avec le sommet légèrement incliné vers le N.-E. ; aux deux tiers de sa hauteur, une anfractuosité créée par la dégradation de la roche forme une sorte d'abri qui sert de repaire à un nombre considérable d'aigles. Des brisures verticales et transversales donnent à quelques saillies rocheuses un aspect prismatique très accusé. Le faîte, presque plat et

Composition minéralogique de quelques roches de la région du Bechtaou

EXAMEN AU MICROSCOPE POLARISANT A LUMIÈRE PARALLÈLE (1)

	MONT BECHTAOU	KOUM-GORA (MONT-KOUMA)	GELEZNAIA GORA (MONTAGNE DE FER)
	MICROGRANULITE A PYROXÈNE	MICROGRANULITE A MICA NOIR	PORPHYRE PÉTROSILICEUX
Eléments anciens de première consolidation.	Orthose (sanidine) avec inclusions vitreuses. Oligoclase. Quartz bipyramidé. Pyroxène vert. Magnétite.	Orthose (sanidine) à clivages fins. Oligoclase, très rare. Mica noir. Pyroxène vert. Magnétite.	Orthose vitreux (sanidine) en grands cristaux finement clivés, simples ou mâclés. Oligoclase, en petits cristaux brisés englobés dans l'orthose, très rare. Pyroxène vert très altéré.
Eléments accessoires.	Sphène. Zircon.	Sphène. Zircon.	Magnétite, transformée en hématite et en limonite. Sphène. Apatite abondante.
Eléments de seconde consolidation.	Quartz granulitique. Orthose en cristaux raccourcis.	Quartz granulitique à contours sinueux, très abondant. Orthose en cristaux très raccourcis, mal terminés, peu distincts.	Les éléments précédents sont cimentés par une pâte pétrosiliceuse dans laquelle se sont développés de nombreux microlithes d'orthose étroits et raccourcis avec du quartz granulitique en traînées étirées.

(1) Ces analyses ont été faites par M. Vélain, maître de conférences à la Sorbonne.

arrasé, décrit un angle obtus dont la somme des côtés peut avoir un développement de 15 à 18 mètres, et une largeur de 2 à 8 mètres, des fissures et des lignes de retrait fort rapprochées, et orientées en moyenne N. 68° E. divisent cette plate-forme étroite, dont quelques gradins changent seulement le niveau. Quoique la hauteur de ce dyke ne soit pas très considérable, on éprouve une sensation de vertige quand on parcourt sa crête étroite terminant des parois abruptes et d'accès difficile.

M. Dubois de Montpéreux, qui a visité ce pays en 1837, expliquait ainsi la présence de ces roches dans le steppe de Piatigorsk (1).

« Si je ne me trompe, disait-il, nous aurions ici les débris d'un » cirque ou cratère volcanique. La Machouka, l'une des neuf mon- » tagnes qui en forment l'ensemble, est de craie de l'étage supérieur » jusqu'à sa cime, pétrie d'*Inoceramus Cuvieri*. Au centre de ce cra- » tère a surgi le Bechtaou, élevé de 4,500 pieds et reconnaissable à » ses cinq cimes pointues de porphyre trachytique comme celle de » l'Elbrous. Voilà quel fut l'agent d'éruption et de soulèvement. » Aussi les couches et les faces les plus abruptes des montagnes qui » formaient le cratère de soulèvement sont-elles tournées vers le » Bechtaou... Le Bechtaou a dû rentrer dans le repos avant ou pen- » dant l'époque tertiaire, car les formations tertiaires récentes ont » ensuite nivelé toutes les inégalités de ce sol déchiré, de façon à » présenter une plaine uniforme entre chacune des parties de ce » cratère abandonné.

» Les sources nombreuses d'eaux chaudes plus ou moins sulfu- » reuses qui jaillissent dans son enceinte sont les seuls monuments » bien caractérisés qui nous restent des anciens phénomènes volca- » niques. »

Cette idée sur le mode de formation de certaines roches éruptives fut reproduite au sujet des dykes du Puy-en-Velay, au cours des séances qui suivirent la réunion générale des membres de la Société géologique de France dans cette ville, au mois de septembre 1869. Les rochers Corneille, de Saint-Michel, de Polignac, etc., furent attribués à des débris épars de l'enceinte d'un volcan, en partie détruit par l'action des eaux à l'époque du creusement des vallées, et qui permettraient de reconstituer le périmètre de l'ancien cratère. On supposait également qu'ils indiquaient la présence d'anciennes

(1) Dubois de Montpéreux, *Bulletin de la Société géologique de France*, t. VIII, 1re série, page 381.

cheminées remplies de matières éruptives et qui auraient été ensuite mises au jour par l'ablation des terrains encaissants (1).

Il est à remarquer que ces roches sont formées d'une brèche basaltique contenant des fragments de granite et de gneiss et qu'elles ne paraissent pas avoir de similaires en dehors de la région.

Ces hypothèses ne sont pas admissibles pour le Koum-Gora, car les déblais prendraient, en raison de la surface du terrain, des proportions si considérables, qu'il est difficile de concevoir des courants pouvant, au milieu de ces plaines immenses, opérer une telle érosion; d'ailleurs, les alluvions que l'on rencontre dans les steppes ne paraissent pas en rapport avec l'importance d'un phénomène de cette nature. D'un autre côté, elles ne contiennent pas de matières volcaniques telles que cendres, lapilli, tufs, etc...; et dans les pentes du Bechtaou on ne retrouve aucune trace de scories ou de déjections volcaniques indiquant le lieu d'émission d'un ancien cratère.

De même que les rochers Corneille et Saint-Michel, dont les bases sont entourées de marnes tertiaires, la plupart de ces dykes sont enveloppés d'une ceinture de terrains tertiaires et crétacés que les eaux n'eussent pas respectée; surtout au mont Kouma, où cette enveloppe s'élève, collée contre les faces du dyke, à près du tiers de sa hauteur. Et d'ailleurs ces couches, relativement assez meubles, auraient-elles résisté à l'action des courants toujours plus énergiques autour de l'obstacle qui leur est opposé? Il est donc plus rationnel d'admettre l'action d'une force expansive qui a porté au-dessus du sol ces masses éruptives.

A 3 kilomètres au nord-est du mont Kouma (pl. XXIV), se rencontre la source sulfureuse sodique de Koumogorsk, qui émerge à une température de 31° centigrades du milieu d'un escarpement formé de calcaires tertiaires fissurés. Les quelques baignoires anciennement installées par les soins du général Mouravieff ont disparu et la source est complètement abandonnée. Elle coule abondamment sur le talus couvert des débris de la roche en affleurement, qu'elle recouvre d'une substance blanche, filamenteuse, ressemblant aux algues sulfuraires qui vivent dans les eaux thermales sulfureuses. La Kouma, qui se jette dans la mer Caspienne, passe à 4 kilomètres du dyke; son lit est encaissé entre des berges de 12 à 15 mètres de hauteur composées, en majeure partie, d'un limon fin jaunâtre, que les eaux dégradent sans cesse.

Ces accidents géologiques indiquent que le faisceau éruptif de Pia-

(1) *Société géologique de France. Réunion extraordinaire du Puy-en-Velay (Haute-Loire)*, du 12 au 18 septembre 1869.

tigorsk, dont le Bechtaou est le centre, a des racines profondes et que les dykes voisins sont autant de branchements qui ont accompagné ou suivi l'éruption principale; l'analyse de ces roches accuse d'ailleurs une différence dans leur texture et leur composition, ce qui indique évidemment des intervalles dans les éruptions.

Groupe secondaire. — Les terrains secondaires (pl. XXIII à XXV) dont j'ai pu reconnaître la structure aux environs de Kislovodsk, d'Essentouky et de Piatigorsk, appartiennent aux assises des terrains néocomiens, du gault et de la craie supérieure. A Kislovodsk, les couches néocomiennes sont les seules qui paraissent avoir un lien commun avec le régime des eaux minéralisées. On les voit sous l'aspect de calcaires dolomitiques, jaunâtres, très durs, contenant de nombreuses Nérinées et traversés par de larges fissures qui livrent passage à de véritables sources vauclusiennes, comme celle du moulin de la Berezovaïa. Quelques bancs, composés d'un calcaire oolithique jaunâtre ou gris sont perforés et se montrent avec de nombreux fossiles. Quoique la roche émissaire de la source Narzan ne soit pas visible, il est certain qu'elle appartient à ces calcaires dolomitiques que l'on retrouve près de son émergence, dans les berges de la rivière Olkovka (pl. XXV, assise 1). Au même endroit les couches néocomiennes se continuent par différentes assises de marnes noirâtres et micacées, avec rognons et plaquettes de grès calcaires; elles sont caractérisées par l'*Ostrea Couloni*, d'Orb., les *Terebratula sella*, Sow., *Tereb. prælonga*, Sow. et d'autres fossiles du genre *Panopœa* (assise 2).

Puis, sur ces marnes, s'élève au-dessus de l'établissement, un premier contrefort appelé montagne de la Croix, également composé de calcaires gréseux, jaunes ou rougeâtres, avec sables intercalés (assise 3). Un banc renfermant l'*Ostrea Couloni*, d'Orb., le termine à 72 mètres environ au-dessus de l'Olkovka et constitue dans la région un excellent repère pour reconnaître le Néocomien supérieur (assise 4). Le plateau de la Croix est peu étendu et la pente opposée redescend vers l'ouest avec des ondulations formées au milieu de sables et de grès rouges ferrugineux que leur position désigne comme l'équivalent des argiles, marnes et sables bigarrés inférieurs au Gault et qui doivent limiter le Néocomien supérieur (assise 5).

L'Aptien existe dans la série inférieure du terrain crétacé de cette région; MM. Abich et Favre y ont signalé la présence de nombreux fossiles et principalement de l'*Ostrea aquila*, Brong. Je ne puis en tracer exactement le niveau dans la coupe (pl. XXV), mais il me paraît indiqué à la suite des couches rouges, sous les prairies herbeuses (6) qui conduisent au deuxième escarpement si connu dans le pays par

les grottes et les cavités que les agents atmosphériques y ont creusées (7).

Ces accidents naturels offrent un aspect des plus pittoresques au voyageur qui aperçoit, en arrivant à Kislovodsk, la montagne du Coltzo, dont la crête est formée par des grès durs passant brusquement à un grès grisâtre, friable, puis à une couche de sables légèrement agglutinés. Des vents intenses ont créé, à l'aide de la pluie, de grandes excavations dans la masse sableuse de 10 à 15 mètres d'épaisseur, que recouvrent les grès plus durs du sommet (assise 8). Quand ces grès sont en saillie, la roche étant plus exposée aux actions destructives des ouragans, se trouve perforée et, si quelques fragments importants sont détachés du massif principal, ils prennent l'aspect tantôt de piliers dont les joints seraient fouillés profondément, tantôt de blocs isolés de forme bizarre et tellement rétrécis à la base qu'ils semblent se tenir en équilibre instable. On rencontre là les exemples les plus intéressants des influences de la dynamique terrestre externe sur les phénomènes d'érosion et de transport atmosphériques. Un dépôt éolien, produit direct de la dégradation de ces roches se rencontre sur les pentes qu'elles dominent.

C'est par erreur qu'on a voulu attribuer à la présence d'émanations salines la formation des grottes à arceaux et des trous circulaires du Gault à Kislovodsk (1); dans ce cas, les influences météoriques paraissent seules en cause et ne peuvent être contestées. Les émanations salines et leurs traces sont nombreuses, il est vrai, dans le groupe des eaux minérales du Caucase, mais il convient de les localiser dans les assises supérieures de la craie et principalement dans le terrain tertiaire.

La suite des couches se continue jusqu'à la falaise crétacée par une succession de sables et de grès verts glauconieux qui plongent au N.O. sous une inclinaison moyenne de 12° et dans lesquels domine l'élément calcaire. Les fossiles sont répartis abondamment dans tout l'ensemble de ce terrain ; quelques bancs. comme ceux du sommet de l'étage, près des argiles, sont pétris de *Thetis major*, Sow. et *minor*, Sow. (assise 9). Les espèces de la partie moyenne sont : La *Gervillia alpina*, Pictet, l'*Ammonites milletianus*, d'Orb. et *cornuelianus*, d'Orb., la *Rostellaria Ebrayi*, de Lor., la *Natica Ervyna*, de Lor. et diverses variétés d'*Astarte*, de *Tellina*, de *Venus*, etc. (assise 10).

Puis viennent les argiles noires sur lesquelles coulent de nombreuses sources, ce qui constitue encore à cette altitude un horizon facile à reconnaître (assise 11). Au-dessus de ces argiles on retrouve

(1) *Mémoire sur la genèse des eaux minérales du Caucase*, par Jules François.

les mêmes *Ammonites* que dans l'assise précédente, la *Trigonia aliformis*, Park., la *Panopœa Rhodani*, Pictet et Roux, la *Rostellaria Parkinsoni*, Sow. ; et des *Pectunculus* et *Cardium* (assise 12).

A la côte, + 1226 mètres environ, des grès calcaires glauconieux accusent dans la coupe le point culminant qui précède la craie (assise 13). Ils contiennent l'*Inoceramus coquandianus*, d'Orb., les *Ammonites milletianus*, d'Orb., *Amm. cornuelianus*, d'Orb. et des bivalves appartenant aux genres *Cardium*, *Thetis*, *Venus* et *Pandora*.

Le Cénomanien, dont je n'ai pu constater l'existence, devrait former la partie supérieure du plateau, entièrement couvert d'épais pâturages (14). Des calcaires gris, marneux, éboulés en forme de talus (assise 15), commencent les couches crayeuses et limitent à l'Est les affleurements du terrain crétacé moyen.

En résumé, la coupe de Kislovodsk donne une série intéressante de la base du système crétacé dont le rapprochement est assez intime avec les formations similaires du nord de la France, des Alpes et des Pyrénées. A la liste des fossiles que j'ai recueillis dans cette localité, j'ai réuni celles qui ont été publiées par M. E. Favre et le Service des Mines de Tiflis : elle donnera, par la variété des espèces, une idée de la richesse des gisements fossilifères de cette localité (Voir *Liste des Fossiles*, à la fin de cette communication, page 512).

La réunion des couches du système crétacé inférieur de Kislovodsk est, d'après M. Abich, d'une épaisseur de 350 mètres ; elle est probablement supérieure à ce chiffre, car le Gault seul accuse un développement à peu près équivalent. Quant aux couches crayeuses que nous allons examiner et retrouver près d'Essentouky, en descendant le Podkoumok, elles acquièrent, au-dessus de Kislovodsk, un développement d'à peu près 235 mètres et couronnent l'arête montagneuse du système secondaire.

Parmi les couches du terrain crétacé, la craie blanche est la première assise que l'on rencontre dans les affleurements en contact avec les microgranulites des dykes de la steppe : elle couvre les hauteurs de Kislovodsk, les flancs et le sommet des monts Machouka et Youtza, ainsi que les rives du Podkoumok en amont d'Essentouky. L'action des roches éruptives a transformé et métamorphisé la craie qui a pris à la Machouka l'aspect d'un calcaire subcristallin d'une couleur gris-bleuâtre. Les bancs sont généralement minces et divisés, redressés sous des angles de 10 à 15 degrés, et renferment en grand nombre des échantillons déformés d'*Ananchytes gibba* (Lamk) *ovata* (Lamk), d'*Inoceramus regularis* (d'Orb.), et d'un *Offaster* nouveau, que j'ai désigné sous le nom d'*Offaster caucasicus* (pl. XXVI), et

dont M. Munier-Chalmas, l'obligeant sous-directeur du laboratoire de géologie de la Sorbonne, a pris soin de donner la spécification (Voir la description de cette nouvelle espèce à la fin de cette communication (p. 514).

C'est à tort qu'il a été affirmé que l'on trouverait sur le versant de la Machouka des marbres à exploiter : j'ai visité les affleurements de cette montagne, et j'ai reconnu que partout les bancs étaient peu épais, rompus, fendillés, et qu'ils ne pouvaient, par conséquent, se prêter qu'à l'exploitation des matériaux employés dans la construction ordinaire. Des lits de marne feuilletée, rendue schisteuse par les pressions qu'elle a subies, séparent ces roches stratifiées ; en d'autres endroits la marne, probablement entraînée par les eaux minérales, n'apparaît plus dans les joints et son absence laisse entre les bancs un profond sillon.

Les phénomènes de métamorphisme par contact, et ceux causés par les sources thermo-minérales, ont essentiellement modifié ces couches crayeuses et leurs actions ont encore été plus énergiques dans les terrains tertiaires. C'est dans les pentes basses des soulèvements, et principalement dans les affleurements d'Essentouky et de Kislovodsk que l'on retrouve la craie dans son état normal avec le faciès qui lui est propre.

Après avoir reconnu le plan de séparation des assises crétacées et tertiaires de la Machouka, je fus conduit à l'examiner sur les rives du Podkoumok, près d'Essentouky, où je le retrouvais exactement à la hauteur de la stanitza (1), dans le lit de la rivière Podkoumok.

Cette reconnaissance était pour moi d'un grand intérêt, car, sur ce point, elle corroborait ce que j'avais vu au mont Machouka, c'est-à-dire, la superposition directe du terrain éocène sur la formation crétacée sans intercalation de couches nummulitiques, constatations également signalées par M. Barbot de Marny, sur le plateau de l'Ergénie, au nord de Stavropol.

Les assises de la craie blanche se répartissent dans l'ordre suivant: En premier lieu, des calcaires gris à *Inoceramus* (pl. XXV, assise 17), qui s'effritent à l'air et contribuent ainsi à la formation des talus qui garnissent le pied des falaises crétacées.

A leur base on remarque un lit d'argile noire, schisteuse, micacée, un peu ligniteuse, de 36 centimètres environ d'épaisseur et qui donne naissance à un niveau de sources assez important (assise 16).

Dans la partie moyenne des calcaires blanc-jaunâtre, durs, forment des bancs épais de $1^{m}50$ à 2 mètres, séparés par des filets à peine

(1) On donne le nom de *stanitza* aux villages cosaques.

visibles de marne verte (18). La craie, au contact de ces marnes est finement dentelée ; quand on divise un bloc ayant acquis cette structure, on obtient deux empreintes modelées l'une sur l'autre, dont je ne puis mieux comparer l'aspect qu'au moulage du plan en relief d'une contrée montagneuse dont les aspérités seraient aiguës et rapprochées. Lorsque les lignes de séparation n'ont pas cette disposition, la roche présente des stylolithes, sortes de pénétrations verticales ressemblant à des fragments de bois silicifiés et soudés aux bancs par une de leurs extrémités. Sur cette assise s'appuie une couche de calcaires crayeux, blancs, divisés en plaquettes de 10 à 25 centimètres (assise 19); les joints formés également de marne verte y sont plus épais, de 5 à 10 centimètres. Ce genre de stratification est commun à tout l'ensemble de la formation et il lui donne un faciès aussi particulier que celui des silex pyromaques disposés en lits réguliers dans les terrains crétacés du nord de la France, mais à l'opposé de ceux-ci, les silex y sont assez rares. On y retrouve cependant les mêmes fossiles, tels que : l'*Echinoconus subconicus* (d'Orb.) et les *Ananchytes gibba* (Lamk), *ovata* (Lamk), et *carinata* (Park.) ; à l'ancien pont de la route de Kislovodsk, sur la rive droite du Podkoumok, on peut voir de beaux gisements de cette craie ; ils correspondent, pour la zone à plaquettes, aux affleurements qui dominent le Grand Proval, à Piatigorsk, et aux couches que l'on remarque dans l'intérieur de cette curieuse excavation.

Ce dernier étage, qui finit la coupe de Kislovodsk est en contact avec les marnes bleues éocènes d'Essentouky. Près de ces marnes tertiaires (pl. XXV, assise 1), la craie a une couleur grise légèrement bleuâtre ; les fossiles, disséminés dans les autres assises, sont ici plus abondants : les *Inoceramus regularis* (d'Orb.), *Cripsii* (Mantell), y pullulent et atteignent des dimensions énormes, puis les variétés d'*Ananchytes* désignées ci-dessus et une forme voisine du *Micraster Heberti* (Lacv.), l'*Offaster Bouilleti* (Cott.), et dans les derniers bancs, au niveau du lit du Podkoumok, près de la stanitza, l'*Offaster caucasicus* très commun à cet horizon (assise 2). La faune de cet étage crétacé le rattache directement au système sénonien supérieur, probablement de l'âge de la craie de Meudon du bassin de Paris. Les couches à *Offaster caucasicus* terminent la formation crayeuse qui disparaît avec un pendage de 5°5 N.-O. sous les dépôts tertiaires. Cette inclinaison permettrait de la retrouver par un sondage profond de 125 à 150 mètres, sous la stanitza d'Essentouky, et ferait entrevoir la possibilité de découvrir des eaux jaillissantes en aval de ce village, surtout si l'on tient compte de la faible distance qui le sépare des monts Machouka et Youtza où l'on retrouve les mêmes affleurements

de la craie supérieure. Le bassin compris entre ces soulèvements est peu encaissé, et il n'est pas exagéré de supposer dans ses limites l'existence des couches crayeuses à 150 mètres en moyenne de la surface du sol. A ces remarques s'ajoutent les preuves fournies par les nombreuses sources froides émergeant des couches tertiaires et crétacées, comme celle du mont Youtza, de Perkalka sur le versant nord de la Machouka et de Zolotouchka, au pied de la pente sud du Bechtaou. Sans vouloir rechercher d'autres exemples, ne voit-on pas les eaux du Podkoumok parcourir sur les assises fissurées du Sénonien, entre Essentouky et Kislovodsk, une distance de 16 kilomètres avec une différence de niveau d'environ 149 mètres; il est incontestable que ces eaux doivent s'infiltrer dans la masse du terrain crétacé pour rejaillir ensuite à des points plus éloignés et plus inférieurs. La remarquable source de la Youtza qui coule sur le versant ouest de cette montagne, à une altitude de + 640 mètres, est au contact des systèmes secondaire et tertiaire; elle vient, par conséquent d'une assez grande profondeur et son émergence à plus de 170 mètres au-dessus du Podkoumok montre bien qu'elle fonctionne comme une source d'eau jaillissante.

Des nappes puissantes parcourent donc l'intérieur du sol : un sondage ayant pour but de les découvrir sous le steppe de Piatisgorsk aurait à traverser environ 150 mètres de terrains tertiaires pour atteindre le sommet des couches sénoniennes, puis 240 à 255 mètres pour arriver au Gault où le résultat serait encore plus certain, soit une épaisseur totale d'environ 425 mètres : c'est même à ce dernier chiffre qu'il faudrait s'arrêter afin de parer à toutes les éventualités. Il y a dans cet ordre d'idées d'intéressantes recherches à entreprendre pour mettre en culture ces immenses steppes et cette solution désirable ne sera obtenue que par des sondages d'étude, qui feront connaître l'ensemble des couches à traverser, le niveau des nappes artésiennes et leur limite ascensionnelle.

Groupe tertiaire. — Le terrain tertiaire n'existe pas à Kislovodsk, mais il est représenté dans les autres stations par deux assises qui ont été classées dans l'éocène. Les terrains nummulitiques, que l'on rencontre généralement à la base de cet étage, manquent sur le versant nord du Caucase, tandis qu'au sud, ils sont, au contraire, très développés ; cette remarque a été faite par M. Abich dans ses études fort intéressantes sur la géologie de la contrée. Les oscillations qui ont affecté l'isthme caucasien pendant la période tertiaire ont déterminé cette inégalité de dépôts sur les contreforts de la chaîne.

C'est à Essentouky que l'on rencontre les meilleurs affleurements

de l'éocène ; les pentes du mont Svistoun et la rive droite du Podkoumok (pl. XXV) en offrent une coupe assez complète. L'assise inférieure est constituée par des marnes bleues, quelquefois gréseuses, micacées et schisteuses qui paraissent être sans fossiles ; du moins je n'ai pu en découvrir aucune trace, malgré de nombreuses recherches.

Rien de particulier à signaler dans cette couche, si ce n'est, à peu de distance de la base, un niveau de marne jaunâtre, feuilletée, qui se voit dans la berge escarpée de la rivière en face de la stanitza d'Essentouky, et que j'ai rencontré plus tard au mont Machouka et sur les bords du lac salé de Tamboukan. D'autres constatations arriveront peut-être à placer ce niveau comme un point de repère indiquant la base du groupe tertiaire, et par conséquent le voisinage des terrains secondaires.

A l'extrémité Ouest du grand lac de Tamboukan, on voit une réunion d'énormes blocs de grès gris-jaunâtre, ferrugineux à la surface, qui semblent erratiques ; mais le voisinage de marnes éocènes qui bordent le lac ferait supposer plutôt que ce sont des bancs de roches intercalés au milieu de ce terrain et qui auraient été dégagés par l'ablation des couches marneuses.

Ils pourraient encore appartenir à l'horizon du miocène où l'on a rencontré dans la région des grès à peu près de même nature.

L'assise tertiaire supérieure est composée de marnes blanches un peu jaunâtres, fragmentées et couvertes de dendrites ; elles sont à l'état de témoins, de monticules, ou bien encore de petits plateaux, dans les environs du Bechtaou et d'Essentouky.

Quelques sources s'y rencontrent, telles que celle de Zolotouchka et les émergences qui sourdent au pied de ces marnes dans une prairie au sud de la colline désignée sous le nom de mont Svistoun (mont Siffleur) et donnent naissance à la petite rivière des Tortues (pl. XXV). Ces marnes blanches calcaires ont ici environ 20 mètres de hauteur, et je crois que leur développement total n'excède pas 30 mètres dans les environs. Les fossiles y sont excessivement rares : cependant quelques empreintes à peu près indéterminables de poissons y ont été recueillies.

Dans les affleurements de Geleznovodsk et du Bechtaou, que j'ai visités à plusieurs reprises, elles se confondent parfois comme aspect, et je dirai même comme composition chimique, avec les couches crétacées ; les fossiles seuls permettraient de les distinguer. Leur analyse, que je reproduis ci-dessous, a été faite par M. Fahmine, directeur du laboratoire de Piatigorsk.

Elle a donné pour 100 parties :

Résidu insoluble.	55,701
Chaux	13,430
Acide carbonique	13,182
Eau et matières organiques.	9,180
Protoxyde de fer	4,380
Alumine	2,961
Magnésie.	traces.

Dans mes évaluations sur la profondeur à atteindre pour la découverte des eaux jaillissantes, je n'ai pas compris cette couche que l'on peut éviter en choisissant les endroits où les marnes bleues sont à la surface du sol.

Dépôts quaternaires. — Les terrains quaternaires occupent dans l'étude des couches superficielles une place importante : on peut les séparer en trois types principaux :

1° Les alluvions anciennes du Podkoumok, que l'on voit à Essentouky, et à Piatigorsk. Dans le parc d'Essentouky, elles reposent sur les marnes éocènes : les sources alcalines et celles du ravin des Gouttes en ont formé des poudingues ou conglomérats cimentés par une pâte calcaire, qui s'étendent jusqu'au vallon de la Kislouchka (pl. XXV).

On retrouve ces poudingues sur la rive gauche du Podkoumok, en face de la Machouka, et sur le plateau à l'Est de la colonie allemande.

Ceux de la colonie, composés d'éléments divers, perforés par des tubulures qui indiquent le cheminement de sources anciennes, peuvent être pris comme prototype pour la région. C'est d'ailleurs ainsi que doivent circuler, dans les mêmes conglomérats, les sources des Gouttes et du parc d'Essentouky. Au bord du Podkoumok (pl. XXV), ils sont accumulés en bancs épais qui dominent le fleuve sur une hauteur de 6 à 7 mètres ; le voisinage de carrières où l'on exploite un amas de travertin comme pierre de construction, est une preuve de l'existence des sources calcaires qui les ont cimentés.

2° Un second dépôt d'à peu près 18 à 20 mètres d'épaisseur et superposé à ce premier niveau couvre le sommet du mont Svistoun. Il est formé de cailloux blanchâtres, minces et arrondis ; ces alluvions sont plus élevées que les premières et paraissent, comme à Essentouky, avoir emprunté une grande partie de leurs matériaux aux marnes tertiaires supérieures. On les retrouve sur la plupart des mamelons que l'on rencontre dans le steppe, entre le Bechtaou et le Podkoumok.

3° Les séries quaternaires se terminent par une couche désignée sous le nom d'alluvions et de dépôts meubles des pentes, composée de débris de roches diverses détachés des versants sur lesquels ces alluvions se sont formées. A Geleznovodsk, elles couvrent l'ensemble des groupes, et les sources chaudes dérivées souterrainement des tranchées n° 2 et Griaznoucka supérieure coulent encore dans ces terrains remaniés, en les agglutinant et en les modifiant sans cesse. En face des bains sulfureux tièdes de Piatigorsk, les alluvions des pentes forment le sommet de la berge du fleuve, et à la Machouka on les voit agglomérées par les travertins qui les ont transformées en brèches compactes, dures et zonées par des filons de carbonate de chaux.

Enfin, dans toutes les stations balnéaires apparaissent des travertins plus ou moins récents qui recouvrent ces alluvions. Ce produit moderne des sources minérales est un accident géologique, dont l'importance ne le cède en rien aux dépôts similaires du Maragha, dans le Caucase, de la Hamma Meskoutine en Algérie, et de quelques pays de l'Europe méridionale.

PIATIGORSK

Les eaux minérales du Caucase sont exploitées dans quatre stations, dont la plus importante est Piatigorsk, ville de 12 à 15,000 âmes, située à 2 kilomètres du mont Bechtaou. Une grande partie de la population de cette ville est concentrée dans les faubourgs de Constantinogorskaïa et de Kabardinka qui borde la rivière Podkoumok.

En face de ce dernier faubourg de l'autre côté du fleuve est établie une stanitza de Cosaques appelée Goriatchevodskaïa (village des eaux chaudes).

De nombreux jardins y sont cultivés sur les alluvions du fleuve, en partie concrétionnées par les eaux minérales et que recouvre une terre végétale fertile.

Le centre de la ville et les établissements thermaux sont à la naissance du versant Sud du mont Machouka, qui s'élève à environ 500 mètres au-dessus du Podkoumok et mesure à peu près huit kilomètres de tour. Cette montagne, couverte de bois jusqu'au sommet, est formée presque en totalité par la craie supérieure (Sénonien). Sur les pentes méridionales on aperçoit de nombreux affleurements de roches qui renferment quelques fossiles, souvent difficiles à extraire et presque indéterminables ; mais, dans les plans de glissements que les soulèvements ont découverts et parmi les blocs éboulés au fond

des ravines qui découpent le versant, on retrouve des *Inoceramus* et des *Ananchytes* mieux conservés.

Au-dessus de la galerie Tobieff, à la naissance des marnes tertiaires qui dominent ce côté de la ville et vers la côte 760, on rencontre comme à Essentouky, une zone de marne jaunâtre que les phénomènes de métamorphisme ont transformé en calcaire marneux. Les terrains crétacés de la Machouka sont composés de couches peu épaisses de calcaire bleuâtre, à texture cristalline, recoupées quelquefois dans leur masse par de petits filons de carbonate de chaux, et séparées par des lits minces de marne feuilletée. L'inclinaison moyenne des bancs varie de 10 degrés vers la cote + 746 mètres à 55 degrés vers + 640 mètres (1); on y constate par endroits des traces anciennes de la circulation des eaux thermales qui ont recouvert d'un enduit les parois des fissures après avoir fait disparaître les lits marneux intercalés entre les joints de la roche. Ces traces de l'action des eaux minérales se retrouvent à des cotes bien supérieures aux points actuels d'émission; elles sont notamment manifestes dans les escarpements situés au nord des casernes de la ville, à la cote + 682 mètres, soit à 85 mètres au-dessus des sources les plus hautes.

En suivant la direction générale que donne la limite des couches tertiaires et crétacées, que l'on relève dans tous les replis des pentes de la Machouka, on est conduit à un des accidents géologiques les plus remarquables de la contrée, le *Bollchoy proval* (Grand-Gouffre), sorte d'ouverture cratériforme que l'on a mis en communication avec un chemin d'accès, par une galerie de 42 mètres de longueur (pl. XXIV). Du centre de cet entonnoir émerge une source thermale puissante, mais dont le débit n'est pas appréciable en raison de la faible charge sous laquelle elle coule, son altitude atteignant 597 mètres.

M. A. Conradi, ingénieur des Mines, dont le père fut médecin aux stations thermales du Caucase, dans les premiers temps de leur fondation, a fait des observations très suivies, mais qui n'ont pas été publiées, sur le régime des eaux du Grand-Proval. Il a remarqué que chaque année, au commencement du mois d'avril, le niveau de l'eau s'élève et que cet exhaussement correspond à un plus fort dégagement de gaz. Cette période d'agitation dure un mois ou deux, puis la source reprend insensiblement son niveau. Ne pourrait-on pas voir dans ce phénomène annuel le résultat de la force expansive des gaz agissant sous les influences combinées d'une pression

(1) Les cotes d'altitude sont rapportées au niveau de la mer Noire.

plus considérable des eaux accumulées pendant la saison pluviale dans les cavités du sous-sol et d'un état climatologique qui, à cette époque de l'année, coïnciderait avec une élévation de la température. Ce gigantesque griffon, dont les parois appartiennent au terrain crétacé, est traversé par une fissure principale orientée E. 27° N. à peu près suivant la direction générale des affleurements (pl. XXIV). Les anfractuosités du gouffre sont tapissées çà et là de gypse cristallisé et de calcaire concrétionné, imprégné de sels alcalins, ou comblées par une brèche grossière formée de travertin et de fragments de roche.

Près de cet alignement, une deuxième ouverture, bien moins importante, appelée Petit-Proval, existe entre la galerie Élisabeth et le Grand-Proval (1); elle est plus au sud que celui-ci et se continue en descendant au sud-ouest de ce versant de la Machouka, par des séries interrompues de fentes et d'ouvertures en partie comblées, ou masquées par la végétation. Tous ces accidents, vérifiés jusqu'aux points extrêmes de la Machouka, impliquent bien l'idée d'une grande fracture dans la craie, qui est la roche émissaire des eaux minérales.

La délimitation du contact des terrains tertiaire et crétacé sur le versant sud de la montagne paraît, au premier abord difficile, car les marnes éocènes, redressées par les soulèvements, ont été transformées, par suite des pressions énormes et des actions thermales qu'elles ont subies, en un calcaire schisteux, dur et cristallin, dont la couleur bleu noirâtre se confond avec celle de la roche crétacée. Mais la schistosité, l'absence des fossiles que l'on rencontre au contraire dans la craie, la direction du contact de ces couches et d'autres caractères d'ensemble permettent, après quelques recherches, de distinguer les deux formations.

La dissemblance s'accuse un peu plus à l'extrémité de la galerie qui accède au Grand-Proval ; il y a là, entre les deux systèmes, une différence que l'observateur attentif peut vérifier; on passe graduellement des couches tertiaires à celles de la craie qui forment l'intérieur de cette excavation (pl. XXIV).

Les indications qui précèdent démontrent que les eaux minérales ne viennent ni des couches tertiaires, ni de la limite séparative des deux terrains qui forment le point de moindre résistance, mais bien d'une fracture de la craie. Elles furent dans la suite confirmées par l'examen d'anciennes tranchées, ouvertes dans le voisinage de la

(1) Dans les descriptions faites sur les eaux minérales, l'usage a conservé les désignations de Grand et de Petit Proval.

galerie Tobieff, lors de son percement et au moyen de fouilles que je fis exécuter entre cette galerie et le Grand-Proval. Pour les travaux ultérieurs de captage, cette connaissance exacte du point de l'émission des eaux minérales et du contact des terrains permettra donc de délimiter d'une manière plus certaine la zone où devront être poussées les recherches.

Les sources thermales, ainsi que je l'ai dit précédemment, n'ont pas conservé les mêmes lieux d'émergence; elles ont produit, à un moment donné et en des endroits assez éloignés les uns des autres, d'immenses dépôts de travertin qui n'ont ni la même apparence, ni la même texture, ce qui indique que certains mouvements géologiques ont dû, à des intervalles différents, déplacer les sources, changer leur température et leur minéralisation. Le déplacement du niveau d'émergence des sources par les oscillations du sol explique alors les altitudes variables auxquelles on rencontre ces gisements. Actuellement, les sources Sabanieff et Tobieff émergent sur le flanc de la Machouka, à travers le revêtement tertiaire et laissent, mais dans des proportions moindres, un résidu calcaire qui s'accumule sur les pentes. Ce dépôt récent, plus friable, n'a pas l'apparence des anciens et accuse une différence marquée dans la minéralisation des eaux. Ainsi, on ne constate nulle part, dans les travertins anciens, la présence du soufre, que l'on rencontre parfois en abondance près des émergences actuelles. Enfin il est facile de remarquer qu'ils n'ont pas la même contemporanéité; leur altitude supérieure varie, pour les plus anciens, entre + 598 et 609 mètres, tandis que ceux formés plus récemment, à l'ouest de la Goriatchaïa, par exemple ne dépassent pas la cote + 565 mètres.

En consultant les coupes géologiques (pl. XXV), qui n'intéressent pourtant qu'une faible partie du territoire de la ville et du mont Machouka, on peut juger de l'emplacement occupé par les travertins et du rôle qu'ils ont joué dans la géologie de cette région. Ils se développent au pied du versant de la montagne sur une largeur qui varie entre 350 et 1,000 mètres, parallèlement à la rivière Podkoumok et sur une longueur de plus de 4 kilomètres.

Sur la rive gauche du fleuve, qui leur a tracé une limite naturelle, ils ont imprégné les graviers alluviens et en ont fait un poudingue très compact et très adhérent (pl. XXV); de même dans les replis du terrain tertiaire, qui sont en quelque sorte les contreforts du mont Machouka, depuis le parc Emmanuel et la butte Michel jusqu'au Grand-Proval, ils ont formé près des fissures et dans leur intérieur une brèche, zonée par du carbonate de chaux saccharoïde, et com-

posée : d'arragonite, de débris crétacés anguleux et de concrétions arrachées aux parois des fissures.

A l'opposite, on les retrouve autour de la source Perkalka, en face de laquelle ils sont exploités comme matériaux de construction sur des épaisseurs considérables (pl. XXV).

Dans leurs épanchements, les sources de Piatigorsk paraissent avoir formé sur le flanc de la montagne Machouka deux massifs principaux de travertin, l'un, pour ainsi dire enclavé dans le sol du parc Emmanuel, a débordé sur la pente de la butte Michel, dont le sommet est le pavillon d'Eole; l'autre, qui est plus important, touche au Grand-Proval, couvre la majeure partie du versant sud et se soude à l'ouest au promontoire de la Goriatchaïa-Gora (Montagne chaude), qui est le type le plus moderne de ces tufs. Ce dernier accuse d'une manière remarquable son mode de formation. Le travertin est poreux, disposé au sommet en feuillets minces et friables, qui se sont affaissés sous le poids des couches que les eaux accumulaient rapidement. On voit, en effet, en allant de la galerie Sabanieff à celle de Ermoloff, que la Goriatchaïa s'est rompue et distendue en créant une large fissure dont la direction générale est de N. 50° E. et par laquelle les eaux thermo-minérales ont pris leur cours pour aboutir d'une part à l'établissement Ermoloff et, plus loin, avec un changement de direction de 20 à 25° vers le sud, à celui des sources sulfureuses tièdes.

Cette fissure s'est prolongée en même temps que le dépôt de travertin s'est augmenté par l'addition successive des couches sur les pentes de la Goriatchaïa. D'autres brisures à peu près perpendiculaires à la grande crevasse ont été les rameaux de la branche principale et ont créé les amas qui dominent la rue Kabardinka. C'est à une semblable dérivation qu'est due une source nouvelle, que j'ai fait déboucher sur le flanc de ce promontoire.

A la butte Michel, un accident particulier semble avoir déplacé les travertins qui ont été renversés vers la vallée; ce déplacement anormal peut s'expliquer soit par des efforts de distension semblables à ceux qui ont affecté le massif de la Goriatchaïa, soit encore par un affaissement ou un glissement des marnes tertiaires sous-jacentes.

Les sources thermales de Piatigorsk, actuellement employées au traitement des malades, sont au nombre de neuf; malgré une minéralisation équivalente, je crois intéressant de reproduire les analyses qui ont été faites en partie au laboratoire chimique de Piatigorsk. (Voir le tableau page 501.)

En dehors des sources qui ont un écoulement fixe et déterminé depuis longtemps, on retrouve d'autres émergences près de la

PIATIGORSK

ANALYSES, TEMPÉRATURES ET DÉBITS NORMAUX DES SOURCES DU GROUPE.

DÉSIGNATION des SOURCES	TEMPÉRATURE en degrés centigrades.	DÉBIT EN LITRES par 24 heures (août 1882)	RÉSIDU FIXE en grammes par litre.	CHLORURE de potassium.	CHLORURE de sodium.	SULFATE de soude.	SULFATE de magnésie.	HYPOSULFITE de soude.	CARBONATE de chaux.	CARBONATE de magnésie.	SILICE.	HYDROGÈNE sulfuré.	ACIDE CARBONIQUE en dissolution.	ACIDE CARBONIQUE libre.
Tiède n° 1	31° 8	94.200	3.9440	0.10453	1.60133	1.12220	0.08763	»	0.77550	0.12560	0.07270	»	0.40700	0.81900
— n° 2	30°	209.400												
Alexandre Ermoloff. .	46° 3	399.210	4.4350	0 12090	1 58050	1 21860	0.05270	0.00 46	1.16890	0.17520	0.06610	0.007630	0.60609	0.61380
Élisabeth intérieure.	29° 4	48.720	4.2500	0.09785	1.63461	0.99369	0.23455	0.00152	1.15088	0.04127	0.07745	0.002210	0.52800	1.07800
— extérieure.	31° 3													
Tobieff.	47° 5	39.720	4.4200	0.09550	1.67820	1.04008	0.16911	0.01860	1.26961	0.09278	0.07296	0.009640	0.60720	0.75020
Michel intérieure. . .	38° 8	3.420	4.3940	0.10105	1.70380	1.02838	0.16279	0.00744	1.18659	0.09528	0.07621	0.009510	0.57200	0.88000
— extérieure . .	39° 4	19 800	4.3400	0.09329	1.65616	1.12730	0.07770	0.01860	1.13830	0.15250	0.07102	0.007495	0.58080	1.01600
Sabanieff	47° moy.	399.500	4.3590	0.0966	1.60703	1.10795	0.13758	0.01001	1.16391	0.11435	0.07612	0.010784	0.57120	1.37500
Proval (1).	33° 8	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

(1) Le degré sulphydrométrique du Grand-Proval varie de 0° à 1° 8. Dupasquier.

galerie Sabanieff, dans quelques parties élargies de la fissure principale de Goriatchaïa-Gora.

Dans ces ouvertures, qui forment des regards naturels sur cette sorte de conduite souterraine, on voit les gaz thermaux s'échapper en abondance des eaux minérales; de nombreuses larves de *Stratiomys* (Diptères) s'y développent sous l'action d'une température qui n'est pas inférieure à 30° centigrades.

GELEZNOVODSK.

Les eaux minérales de Piatigorsk, d'Essentouky et de Kislovodsk étaient déjà connues et analysées, que l'on avait encore fort peu d'indications sur Geleznovodsk. On signale le médecin Haas comme ayant désigné, en 1810, la position des sources thermales de Geleznovodsk, qui lui fut indiquée par un prince Tcherkesse, dont il avait fait la connaissance au Caucase. Ces eaux, perdues dans les bois du val de la Geleznaïa, au pied de la Montagne de Fer, ne pouvaient être explorées ni utilisées faute de chemins. Aujourd'hui, une route carrossable conduit au village de Geleznovodsk et aux sources qui sont exploitées dans plusieurs établissements.

Sa situation si pittoresque dans une vallée du Bechtaou, en fera peut-être dans l'avenir la station la plus belle des eaux minérales du Caucase. Ici les baigneurs, comme ceux de Kislovodsk et de Piatigorsk, complètent leur cure par l'usage du *Koumys* (1).

La roche émissaire des eaux minérales est un porphyre pétrosiliceux analogue aux microgranulites des dykes qui entourent le mont Bechtaou et qui ont soulevé les masses minérales crétacées et tertiaires des monts Youtza et Machouka. La Geleznaïa-Gora (Montagne de Fer), entièrement formée de cette roche éruptive, n'est séparée du massif du Bechtaou que par une dépression étroite où prend naissance la petite rivière Geleznaïa (pl. XXIV).

Dans cette station les sources thermo-minérales sont nombreuses; elles ont deux foyers principaux : l'un sur le versant Sud, qu'elles contournent un peu à l'Est, l'autre sur celui du Nord, où l'on rencontre les sources minérales froides Emmanuel et Keigam. Leur apparition à la surface du sol est marquée par des lambeaux de marnes tertiaires relevés jusqu'à la cote + 660; ces terrains, remaniés avec les débris des roches, constituent les alluvions des pentes, que des travertins ferrugineux recouvrent sur de grandes étendues.

Au Sud-Ouest, la faible épaisseur de ces dépôts a permis d'atteindre les sources thermales dans les fissures du porphyre pétrosiliceux de

(1) Lait fermenté de jument.

la Montagne de Fer, par des galeries et des sondages peu profonds.

A leur sortie des terrains éruptifs, elles circulent aussi bien dans les alluvions des pentes que dans les travertins, mais leur minéralisation et leur thermalité y subissent des modifications essentielles : on voit en effet les eaux chaudes du sommet devenir tempérées dans la partie médiane et froides au pied du versant, ce qui donne une variété de sources dont les températures sont comprises entre + 13° et 51° centigrades. C'est un phénomène à peu près de même nature que celui qui produit par dérivation souterraine les sources sulfureuses tièdes de Piatigorsk.

La coupe en travers du sous-groupe de l'Est (pl. XXV) montre la superposition de ces différentes couches et fait ainsi entrevoir les fonctions qu'elles remplissent dans la conduite des eaux minérales.

Les deux foyers d'émergence principaux sont isolés sur le versant sud de la montagne par la butte de l'Archevêque, sorte de promontoire avancé vers le vallon de la Geleznaïa et formant le point de partage des eaux. Cette éminence est recouverte par un amas de travertin, le plus ancien du versant méridional de la Geleznaïa-Gora, ce qui indique un centre d'émergence d'eau thermale dont l'écoulement a cessé, soit par l'obstruction, soit par le resserrement des conduits souterrains. Le calcaire est ici moins ferrugineux, d'une plus grande dureté et paraît un peu siliceux ; ce sont là des caractères propres aux travertins anciens de la région, tels qu'on peut les voir à Piatigorsk, au S.-E. du Grand-Proval. Le travertin du sous-groupe de l'ouest est, au contraire, moins dur et se rencontre quelquefois à l'état friable ; la pente étant plus rapide dans cette partie de la montagne les dépôts se sont formés principalement à la base, dans la dépression qui sépare Geleznovodsk du mont Bechtaou.

Un troisième massif de même nature que le précédent, est étagé sur le versant du sous-groupe de l'est ; il joue un rôle très actif dans la distribution des eaux minérales qui subissent en le parcourant des modifications complexes dans leur température et leur minéralisation.

Les nombreuses ouvertures qui se trouvent dans les travertins servent de conduites aux eaux thermales dont la pression est maintenue par la surface de ce terrain généralement formé d'une croûte épaisse et solide ; dès que cette enveloppe superficielle est traversée, les eaux en raison de la pression qu'elles ont en amont de la pente, s'élèvent rapidement à leur niveau statique. Le travertin constamment refroidi par les agents atmosphériques est aussi la couche réfrigérente par excellence des eaux thermales qu'il accompagne ; en

dehors de ces limites on ne voit plus de manifestations hydro-minérales.

Cette décroissance dans la thermalité a suggéré l'idée de capter les sources à la limite de leur écoulement dans les travertins, pour recueillir des eaux minérales refroidies. La possibilité d'obtenir ce résultat fut démontrée à l'aide de coupes géologiques basées sur des sondages qui firent connaître les endroits favorables à ces recherches, et permirent de constater qu'ils coïncidaient presque toujours avec les dépressions souterraines existant dans les marnes tertiaires sur lesquelles les alluvions et le dépôt des travertins s'étaient modelés (pl. XXV).

Le fait de la circulation des eaux minérales au milieu des travertins, n'exclut pas l'existence d'un régime plus profond circulant dans les alluvions marneuses des pentes et les marnes tertiaires remaniées, qui sont même en quelques points concrétionnées par les résidus calcaires des sources. On a remarqué, en effet, que dans ces terrains la température augmentait avec la profondeur, ce qui indiquait un sous-sol réchauffé par la présence des eaux thermales.

Gelesnovodsk, ainsi qu'on peut en juger par les tableaux des analyses, possède au moins dix-huit sources minérales froides et chaudes ; la séparation sur le même versant des deux centres d'émanation hydro-minérales par le promontoire de la butte de l'Archevêque a fait diviser la localité en deux sous-groupes, celui de l'Est et celui de l'Ouest qui possèdent chacun des établissements balnéaires. Il est rare de rencontrer dans une station thermale une telle variété de sources dont l'utilité se joint à une situation des plus pittoresques.

ESSENTOUKY

De Piatigorsk à Kislovodsk, on passe par la stanitza d'Essentouky dont la station est renommée par ses sources froides alcalines et alcalino-sulfureuses.

La ville se confond avec la stanitza des Cosaques, établie sur la rive gauche du Podkoumok, près de l'emplacement d'une des forteresses qui défendaient en 1798 la frontière militaire du Caucase. Les sources furent également signalées en 1810 par Haas et l'académicien Nelubine, puis analysées par le professeur Reiss ; elles restèrent sans emploi jusqu'à l'année 1830, époque à laquelle on commença à les propager en Russie.

A Essentouky, les caractères orographiques du sol et sa constitution géologique ne suffisent pas à guider l'examen et à fournir une

indication rationnelle sur le mode d'émergence des eaux minérales. Il a fallu des recherches multipliées, pour circonscrire le périmètre des eaux minéralisées et déterminer leur origine et leur direction.

Les sources qui toutes ont un faible débit apparaissent dans un vallon parallèle à la rivière Podkoumok, à la base d'un versant qui n'est pas à plus de 22 mètres au-dessus de ce cours d'eau.

La composition du terrain s'aperçoit sous un aspect uniforme ; ce sont des marnes tertiaires, bleuâtres, légèrement micacées, noduleuses ou quelquefois schisteuses, épaisses d'environ 75 mètres. Ces marnes sont recouvertes dans le parc de l'établissement par des poudingues fissurés et traversés de nombreuses tubulures, dont les éléments ont été fournis par des alluvions anciennes du Podkoumok que les dépôts calcaires provenant des sources ont ensuite fortement cimentées. Les sources froides du ravin des Gouttes, de Perkalka, au nord de la Machouka et du mont Youtza abandonnent encore les mêmes sédiments qui se mélangent aux alluvions anciennes et récentes, et reproduisent de nos jours ce genre de formation. Au-dessus des poudingues, les graviers alluviens reprennent leur faciès normal, ils sont recouverts par les alluvions des pentes et les terrains remaniés de la surface.

L'absence de phénomènes géologiques visibles présidant, comme à Piatigorsk ou à Geleznovodsk, à l'émission des eaux minérales avait conduit à deux hypothèses sur les conditions génésiques des sources.

On supposait d'abord que les eaux douces du ravin des Gouttes, ou d'autres, ayant une origine semblable, s'infiltraient au travers des couches de poudingues, dissolvaient à la faveur de l'acide carbonique des sels de soude et de potasse contenus dans les débris de roches feldspathiques qui en sont les éléments constitutifs, et donnaient ensuite naissance aux sources alcalines.

D'un autre côté, comme cette dissolution paraissait ne pouvoir s'exercer que sur de petites surfaces, on se rejetait sur un mode d'émission souterraine, mais sans pouvoir, faute de preuves et d'arguments décisifs, affirmer d'une façon absolue cette dernière théorie.

Lors de ma première visite à Essentouky, mon attention se porta sur ce point essentiel ; on avait commencé, sur mes indications, à circonscrire en partie le foyer des sources alcalines, mais il restait à démontrer par quelles causes il était ainsi localisé.

Cette reconnaissance eut lieu après une étude des terrains, des sources du ravin des Gouttes et du mont Svistoun (mont Siffleur).

La coupe géologique qui va de cette colline au groupe des sources

du parc (pl. XXV) montre que son sommet est formé par des alluvions supérieures aux poudingues, composées de fragments de calcaire blanc ou jaunâtre, arrondis et méplats, mélangés souvent à des lits de sable fin également jaune, et recouverts par la terre végétale.

Ces alluvions calcaires ont une épaisseur moyenne de 18 à 19 mètres; elles reposent sur des marnes blanches fragmentées d'une hauteur de 25 mètres, superposées aux marnes bleues qui affleurent dans le parc. Le contact de celles-ci avec le gisement des marnes blanches ne pourrait être exactement fixé que par des tranchées ou des sondages; il est, dans tous les cas, supérieur à la prairie où prend naissance le ruisseau des Tortues, au pied du mont Siffleur. C'est là qu'apparaissent les premières eaux, dans une dépression où des débris végétaux se sont accumulés sous forme de tourbes et d'humus. A une faible distance de ce point, on peut voir le commencement des dépôts d'alluvions de Podkoumok, qui s'épaississent vers la source des Gouttes, où elles ont constitué un poudingue disposé en couches de forme tubulaire. La prairie doit marquer le niveau des marnes bleues imperméables, et c'est à travers ces alluvions caillouteuses ou conglomérées, que circule sur le versant sud du mont Svistoun, la nappe d'infiltration qui se dirige vers le Podkoumok.

En suivant le ruisseau des Tortues, on arrive à une chute d'eau de 5 mètres environ créée par le ravinement des marnes bleues sous-jacentes aux poudingues et aux sources des Gouttes, qui émergent sur les bords du ravin, principalement sur la rive droite.

En cet endroit, les poudingues ou conglomérats sont absolument semblables à ceux que l'on voit sur le coteau qui borde le ruisseau Djemougha, en face de la source alcalino-magnésienne de la colonie allemande, à 7 kilomètres et demi de Piatigorsk et que j'ai désignés précédemment comme les prototypes de cette formation.

A la source des Gouttes, les marnes bleues sont en affleurement; on peut y relever un grand nombre de fractures résultant des actions mécaniques que les terrains ont subies. Ces brisures, dues à des efforts de compression et de retrait, ont été désignées par le savant professeur M. Daubrée, sous les noms de diaclases et de leptoclases; elles m'indiquèrent un ensemble de directions dont on pouvait tirer des conclusions favorables au principe de l'émission souterraine des eaux alcalines.

Je m'attachai d'autant plus à ces indications que la théorie de la dissolution ne me paraissait plus soutenable depuis la délimitation du périmètre, et que je voyais la nappe d'infiltration alimentée par les sources des Gouttes et du ravin de la Kislouchka, prendre une

issue vers le thalweg dans des conditions toutes naturelles et bien différentes de celles que cette théorie leur attribuait.

Ces premières investigations furent confirmées par des indices de même nature rencontrés ensuite dans les affleurements éocènes du parc d'Essentouky, derrière le pavillon de la source n° 6 et notamment près de la buvette n° 4, auprès du talus formé par les marnes.

En cet endroit un faisceau de fissures parallèles et séparées par des intervalles de 10 à 25 centimètres, était bien accusé et l'orientation N. 20° E. correspondait exactement à la ligne de plus grande alcalinité des sondages inscrits dans le périmètre.

Cette concordance m'apparut alors comme l'accident géologique, cause primordiale de l'émission souterraine. On n'avait plus en cet endroit de simples phénomènes de diaclase, mais des fissures principales transformées en filons, dont l'intérieur avait été tapissé par le dépôt des sources minérales.

Deux faits principaux ressortaient avec évidence de cette méthode d'examen :

1° L'indication d'un centre d'émanation hydro-minérale ; 2° une orientation de fentes correspondant à celle de la ligne de plus grande alcalinité des eaux minérales.

A l'appui de ces premières recherches devaient encore s'ajouter les analyses, le débit fourni par les trous de sonde forés sur la ligne alcaline et la détermination du relief souterrain des marnes qui coïncidait avec la direction découverte sur le sol.

Des essais de débit qui ne donnèrent qu'un faible volume d'eau correspondant à peu près à celui de la source principale (n° 18) et des analyses faites avec le plus grand soin par M. Fahmine, directeur du laboratoire chimique de Piatigorsk, fixèrent rigoureusement le degré d'alcalinité et vinrent sanctionner ces observations.

Du moment où l'on admettait qu'une source aussi importante que celle des Gouttes contribuait à la formation de l'eau minérale dans les poudingues, on devait, suivant toutes les probabilités, obtenir un assez fort volume d'eau. Ici, au contraire, le régime paraissait pauvre et devait avoir son origine au-dessous des poudingues.

La déclivité souterraine que de nombreux profils établis perpendiculairement et parallèlement à la ligne des eaux alcalines avaient permis de déterminer avec exactitude, correspondait encore à la direction des fissures ; mais elle ne donnait pas naissance, comme cela a souvent lieu, à une circulation plus active.

Cet ensemble de faits que je résume avait pour conséquence d'asseoir sur des bases sérieuses l'hypothèse d'une émission profonde et bien localisée. Elle s'appuyait : 1° Sur la fermeture d'un périmètre

tracé autour d'un foyer alcalin; 2° sur la découverte de fissures apparentes dans le voisinage; 3° sur la correspondance de ces fissures avec les sondages dont l'eau avait la plus grande alcalinité et sur le débit constant des trous de sonde suivant cette même direction; 4° enfin sur la constatation d'une température uniforme de l'eau minérale et d'un dégagement plus actif de gaz acide carbonique dans ces mêmes sondages.

L'étude de ce régime avait nécessité un assez grand nombre de sondages formant une longueur développée de plus de 400 mètres.

ANALYSES DES SOURCES D'EAU ALCALINE D'ESSENTOUKY.

	SOURCE N° 4	SOURCE N° 6	SOURCE N° 17	SOURCE N° 18
Température centigrade	10° à 12° 5	15°	15° à 16° 3	11° 25 à 12° 5
Débit en litres par 24 heures.	1.400	2 200	200	1.800
Résidu fixe en grammes par litre	5.76805	5.37400	8.94600	9.35000
Sulfate de potasse	0.03700	traces.	0.02918	»
Sulfate de soude	0.84010	traces.	0.02028	»
Phosphate de chaux	traces.	traces.	»	»
Chlorure de potassium	»	0.02990	»	0.02320
Chlorure de sodium	2.17260	2.77150	3.99650	4.04870
Bromure de sodium	0.00870	0.01040	»	»
Iodure de sodium	0.00110	0.00800	»	»
Carbonate de soude	2.16424	3.18750	4.45857	4.61550
— de chaux	0.23150	0.34750	0.16499	0.37830
— de magnésie	0.25950	0.20620	0.25452	0.27510
— de fer	0.00290	0.01650	0.00522	0.01181
— de lithine	traces.	traces.	»	»
— de baryte	traces.	traces.	»	»
— de strontiane	traces.	traces.	»	»
Silice	0.02050	0.31980	0.02636	0.01393
Acide carbonique en dissolution	1.13640	1.59030	2.06800	2.22610
— — libre	1.13480	1.81550	0.85800	1.64220

En dehors des sources alcalines qui sont toutes situées à l'affleurement des marnes tertiaires, Essentouky possède des eaux froides alcalino-sulfureuses également en usage et réparties sur une faible surface dans le vallon de la Kislouchka.

On attribuait la formation des sulfures à la décomposition des gypses au contact des matières organiques végétales qui se rencontrent dans les terrains du vallon.

C'est en effet le phénomène chimique qui donne naissance à bien des eaux sulfurées; mais on devait tenir compte de la présence des eaux alcalines que pouvaient apporter également les sulfates de chaux.

L'apport pouvait se faire par les écoulements d'eau minérale qui se rencontrent dans le versant nord du parc d'Essentouky et qui se perdent dans le marais de la Kislouchka.

Cependant, comme les analyses chimiques n'indiquaient pas de traces appréciables de sels alcalins sulfatés dans les eaux superficielles, il y avait des probabilités pour que le régime des sources sulfureuses n'empruntât rien aux alluvions supérieures qu'il traversait pour arriver au sol et qu'il eût une circulation plus profonde.

Cette opinion fut confirmée par des sondages qui servirent à explorer le sous-sol du vallon, au-dessous de la nappe d'infiltration superficielle.

Après avoir traversé les premiers terrains composés de graviers et d'humus, puis des marnes remaniées imperméables, on fit la découverte du niveau des eaux sulfureuses dans une petite couche de cailloux calcaires analogues à ceux du mont Svistoun. L'écoulement assez rapide de la nappe s'observait au moyen d'un miroir placé au-dessus de l'orifice du sondage.

Il y avait une assez grande importance à connaître l'origine de ces eaux sulfureuses alcalines et à démontrer qu'elles n'existaient pas dans les couches supérieures du sol que l'on devait drainer pour assainir les terrains du parc, mais bien au-dessous, et par conséquent, à l'abri des travaux de drainage projetés.

ANALYSE DE L'EAU ALCALINO-SULFUREUSE D'ESSENTOUKY.

Température	14° 4 centig.
Degré sulfhydrométrique	7° 3
Résidu fixe en grammes par litre	2.01600
Acide sulfurique	0.18060
Chlorure	0.33155
Carbonates alcalins	0.91696
Carbonates alcalino-terreux	0.29944
Chaux	0.20547
Magnésie	0.06557
Potasse	0.20320
Soude	0.53588
Acide carbonique en combinaison	0.51240
Acide sulfhydrique en combinaison	0.00172
— — libre	0.00472
— — total	0.00643

KISLOVODSK

Kislovodsk est célèbre par la source du Narzan que les attachés de la commission envoyée par Pierre le Grand pour étudier le régime des eaux du Terek furent les premiers à visiter.

La ville est située presque au confluent des rivières Olkovka et Beresovaïa ; quant à la source et aux établissements balnéaires, ils occupent un espace resserré compris entre les affleurements des grès verts de la Butte de la Croix et la rive gauche de l'Olkovka (pl. XXV).

Le Narzan (géant) est une source bicarbonatée ferrugineuse très abondante qui dégage du gaz acide carbonique en quantité considérable. Elle a depuis nombre d'années une grande renommée dans la contrée. On cite également une autre source analogue au Narzan, et d'une température de 7° centigrades, qui serait située plus au sud, sur le plateau du Bechtassin, limité par la vallée de Ghassaout.

ANALYSE DE L'EAU DU NARZAN.

Résidu fixe en grammes par litre	2.56250
Sulfate de potasse	0.05174
— soude	0.73765
— magnésie	0.05146
Chlorure de magnésium	0.30866
Iodure de magnésium	0.00002
Phosphate d'alumine	0.0 064
Carbonate de magnésie	0.01758
— de chaux	1.28408
— de fer	0.00432
— de manganèse	0.00084
— de strontiane	0.00579
— de nickel et de cuivre	traces.
Silice	0.01676
Acide carbonique libre	1.81419
— — en dissolution	0.57968

La stanitza des Cosaques, Kislovodskaïa, est plus au Nord, à un kilomètre de Kislovodsk, que traverse une des grandes routes du Caucase par lesquelles se firent les migrations des peuplades qui occupèrent successivement cette contrée. On a rencontré dans les environs de nombreux vestiges des expéditions romaines.

Pallas fut le premier à décrire le Narzan en 1792, et l'installation des bains par les généraux russes ne commença que vers 1829; avant cette date, le Narzan était presque au milieu de la rivière que l'on a dérivée depuis pour dégager la source ; le public se baignait dans des fosses entourées d'une claie, et les bains étaient gardés par des Tartares installés à proximité dans leurs *kibitkas*. Aujourd'hui c'est avec Piatigorsk, la station la plus fréquentée : les Russes ont avec raison une préférence marquée pour cette localité, située dans une vallée pittoresque, au pied des premiers contreforts de la chaîne caucasique, et pour les magnifiques ombrages qui abritent le parc de l'établissement balnéaire. A ces agréments naturels est venue s'ajouter depuis quelques années la construction de nombreux hôtels et villas, qui donnent à Kislovodsk le mouvement et l'aspect des villes d'eaux les plus recherchées. Le général Vorontzoff est signalé comme ayant particulièrement développé et embelli cette station.

La source du Narzan devait anciennement émerger à l'emplacement du Vaux-Hall; cette place est marquée par un monticule de travertin ferrugineux semblable à ceux qui existent à l'est de la Machouka et dans le voisinage des sources du mont Youtza.

Ce travertin s'est formé au milieu des alluvions de l'Olkovka que les eaux minérales ont déplacées et entraînées ; puis il a été recouvert par un lambeau de lœss qui indique ainsi l'époque de sa formation dans la série des dépôts modernes.

A Kislovodsk, les formations n'ont qu'un rapport très limité avec l'origine des eaux minérales. J'ai d'ailleurs donné quelques indications sur leur faune et leur composition dans les considérations générales sur la géologie de la contrée.

Ce sont les couches néocomiennes en affleurement près des bains, sous formes de calcaires dolomitiques, qui constituent le terrain émissaire de la source du Narzan, dont l'eau émerge vraisemblablement d'une fissure assez large, si l'on en juge par l'importance du débit.

Ces calcaires se rencontrent dans le lit de l'Olkovka, qui traverse le Parc ; ils sont recouverts par des argiles noires, empruntées aux couches du Gault ou aux argiles micacées à *Ostrea aquila* des assises néocomiennes ; puis par un dépôt peu épais de sable, de gravier et de limon appartenant aux alluvions de la rivière. En sortant de Kislovodsk on entre dans la série des terrains jurassiques qui commence par des calcaires à *Nerinea*. Ces formations secondaires constituent le massif du Bermamout, qui renferme quelques gisements de houille jurassique, que M. Abich a décrits dans ses notes sur la région.

Liste des Fossiles.

CÉPHALOPODES

Belemnitella minima, Lis.	Gault.
Ammonites consobrinus. d'Orb.	*Id.*
— *cornuelianus*, d'Orb.	*Id.*
— *crassicostatus*, d'Orb.	*Id.*
— *Deshayesi*, Leym	Néocomien.
— *duvalianus*, d'Orb	Gault.
— *fissicostatus*, d'Orb.	Néocomien.
— *Hofmanni*	Gault.
— *mamillaris*, Schl.	*Id.*
— *mayorianus*, d'Orb.	*Id.*
— *milletianus*, d'Orb	*Id.*
— *nodosocostatus*, d'Orb.	*Id.*
— *rouyanus*, d'Orb.	Néocomien.
— *Trautscholdi*.	Gault.
— *Velledæ*, Mich	*Id.*
Hamites armatus, d'Orb	*Id.*
— *cylindraceus*, d'Orb	*Id.*
Toxoceras emericianus, d'Orb.	Néocomien.
— *royerianus*, d'Orb.	*Id.*
Nautilus pseudoelegans, d'Orb.	*Id.*

GASTÉROPODES

Natica gaultina, d'Orb.	Gault.
— *Dupinii*, Leym	*Id.*
— *Ervyna*, de Lor.	*Id.*
Rostellaria macrostoma, Sow.	*Id.*
— *Ebrayi*, de Lor.	*Id.*
— *costata* (*Parkinsoni*), Mich.	*Id.*

ACÉPHALES

Gastrochœna dilatata, Leym.	Néocomien.
Periploma simplex, d'Orb	Gault.
Panopœa plicata, d'Orb.	*Id.*
— *Rœmeri*.	*Id.*
— *Rhodani*, Pictet et Roux.	*Id.*
Pholadomya favrina, Ag.	*Id.*
Solecurtus æqualis, d'Orb.	*Id.*
Thetis major, Sow.	*Id.*
Thetis minor, Sow.	*Id.*
Arcopagia rauliniana, d'Orb.	*Id.*

Note de Mr. Oehlert.

Bull. Soc. Géol. de France. 3e Série, t. XII, Pl. XVIII.
(Séance du 17 Avril 1884.)

Oehlert del. Maubert lith.

Imp. Becquet fr. Paris.

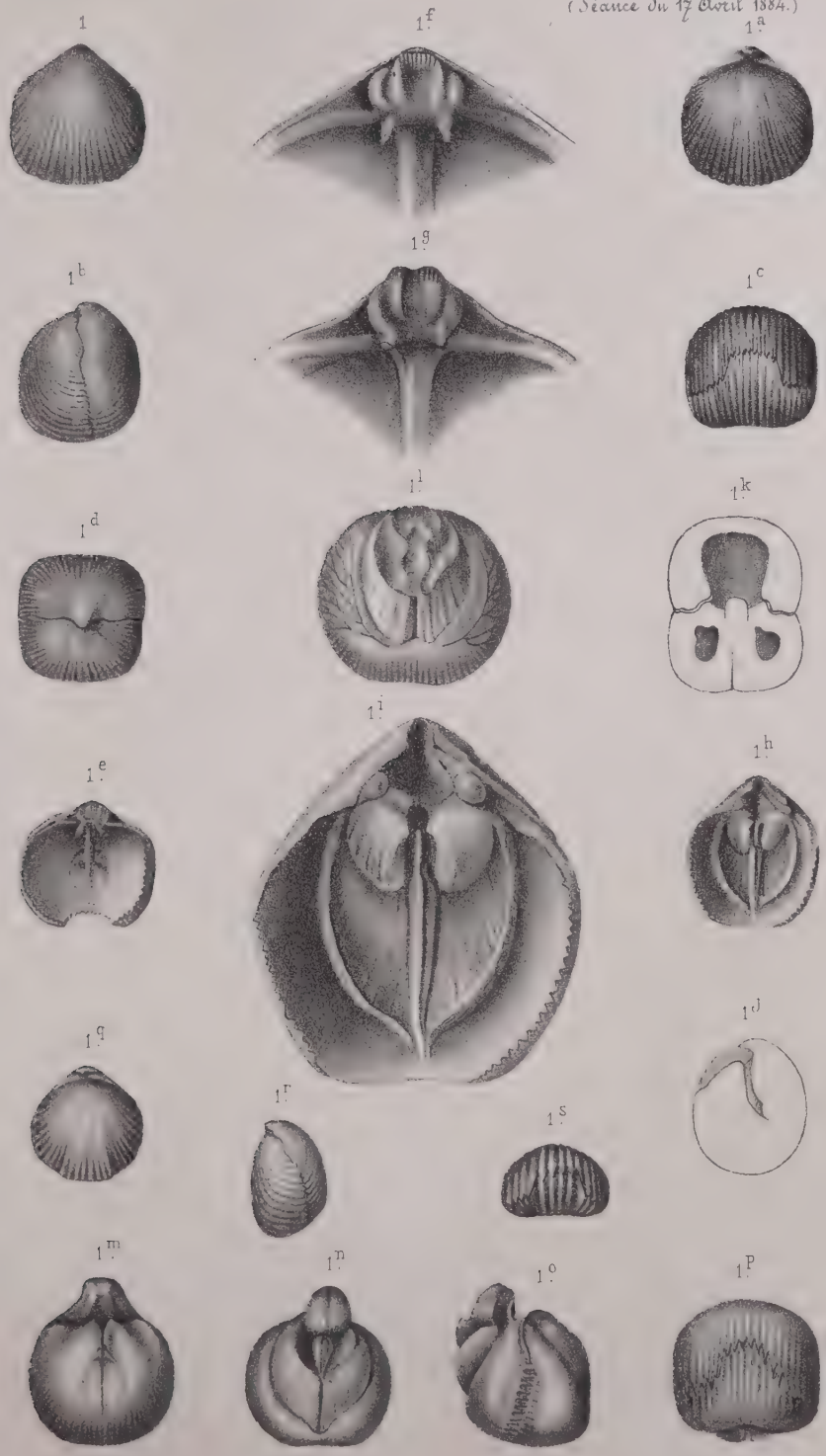
Note de Mr Oehlert.

Bull. Soc. Géol. de France. 3e Série, t. XII, Pl. XX.
(Séance du 17 Avril 1884.)

Oehlert del. Maubert lith. Imp. Becquet fr. Paris.

Note de Mr Oehlert.

Bull. Soc. Géol. de France. 3e Série, t. XII, Pl. XXI.
(Séance du 17 Avril 1884.)

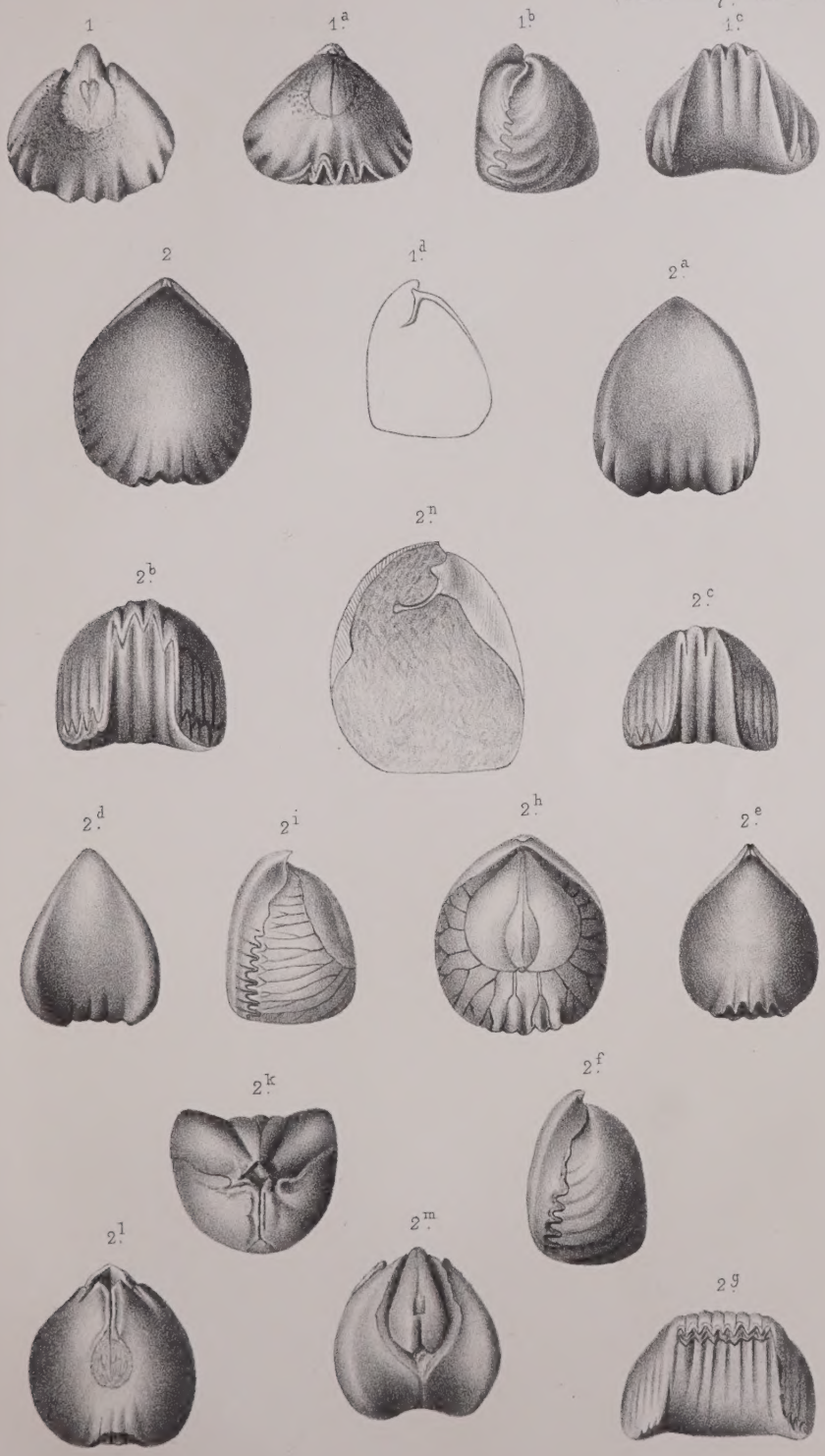


Oehlert del. Maubert lith. Imp. Becquet fr. Paris.

Note de Mr. Oehlert.

Bull. Soc. Géol. de France.

3e Série, t. XII, Pl. XXII.
(Séance du 17 Avril 1884.)



Oehlert del. Maubert lith.

Imp. Becquet fr. Paris.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1884

Président : M. PARRAN.

Vice-Présidents.

M. POTIER. | M. PERON. | M. CAREZ. | M. MALLARD.

Secrétaires.

M. MONTHIERS, pour la France.
M. DAGINCOURT, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires.

M. FALLOT.
M. DE MARGERIE.

Trésorier : M. BIOCHE.

Archiviste : M. FERRAND DE MISSOL.

Membres du Conseil.

M. FISCHER.
M. HÉBERT.
M. SCHLUMBERGER.
M. DOUVILLÉ.
M. GAUDRY.
M. ZEILLER.
M. DE CHANCOURTOIS.
M. SAUVAGE.
M. MOREAU.
M. DELAIRE.
M. BERTRAND.
M. CHAPER.

Commissions.

Bulletin : MM. SAUVAGE, GAUDRY, BERTRAND, SCHLUMBERGER, L. CAREZ.
Mémoires : MM. VÉLAIN, MALLARD, DOUVILLÉ.
Comptabilité : MM. JANNETTAZ, PARRAN, FERRAND DE MISSOL.
Archives : MM. MOREAU, BIOCHE, SCHLUMBERGER.

Table des articles contenus dans les feuilles 26-32 (t. XII).

Parran. — *Notice sur les travaux géologiques de Louis Gruner* (fin). 401
Fontannes. — *Observations* 410
Lemoine. — *Note sur un Simædosaurus*. 410
Œhlert. — *Étude sur quelques Brachiopodes dévoniens*. 411
Bleicher. — *Note sur la limite inférieure du Lias en Lorraine* . . . 442
Fontannes. — *Note sur la présence des sables à Potamides Basteroti dans la vallée de la Cèze (Gard)* 447
Munier-Chalmas. — *Observations* 452
Fontannes. — *Observations* 452
Bertrand. — *Failles courbes dans le Jura et bassins d'affaissement*. 452
Munier-Chalmas. — *Observations* 462
Fontannes. — *Note sur la constitution des sous-sol de la Crau et de la plaine d'Avignon* 462
Dru. — *Note sur la géologie et l'hydrologie de la région de Bechtaou (Russie-Caucase)* 474

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ

Bulletin. — Les Membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Ils ne peuvent se procurer les autres qu'en les payant (Art. 58 du règl.).

La 1re *série* (1830-1843) est composée de 14 vol., qui, pris séparément, se vendent :

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Le t. I, épuisé.			Les t. X et XI chacun .	5 fr.	8 fr.
Le t. II.....	20 fr.	28 fr.	Le t. XII	20	28
Le t. III.....	30	40	Le t. XIII.....	30	40
Les t. IV, V et VI, épuisés.			Le t. XIV.....	5	8
Les t. VII, VIII et IX .	10	16			

La 2e *série* (1844-1872) comprend 29 vol., qui, pris séparément, se vendent :

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Les t. I, II, III et IV épuisés.			Le t. XX	20 fr.	40 fr.
Le t. V	20 fr.	40 fr.	Les t. XXI à XXVII, ch.	10	30
Les t. VI à XVIII, chac.	10	30	Le t. XXVIII.....	5	30
Le t. XIX épuisé.			Le t. XXIX.....	10	30

Table des XX premiers volumes de la 2e série. { Prix, pour les Membres : 4 fr.
— pour le public..... 7

La 3e *série* (1873-1878) est en cours de publication.

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Les t. I à XI, chacun..	10 fr.	30 fr.	Le t. XII.....	»	30 fr.

Mémoires. 1re *série*, 15 vol. in-4° (1833-1843). Le prix (moins le t. I *épuisé*) est de 88 fr. pour les Membres, de 140 fr. pour le public. La 2e partie du t. II, la 1re du t. III, la 2e du t. IV et la 2e du t. V *ne se vendent pas séparément*. Le prix de la 1re partie du t. II, et la 2e du t. III est de 10 fr. pour les Membres, et de 15 fr. pour le public. Celui de la 1re partie des t. IV et V est de 12 fr. pour les Membres, et de 18 fr. pour le public.

2e *série*, 10 vol. in-4° (1844-1877). Le prix (moins la 1re partie du t. I *épuisée*) est de 200 fr. pour les Membres, de 350 fr. pour le public. Les t. I, 2e partie, et II, 1re et 2e part., *ne se vendent pas séparément*. Le prix des demi-volumes des t. III à VI est de 8 fr. pour les Membres, de 15 fr. pour le public. Les t. VII à X se vendent :

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
T. VII. — Mémoire n° 1	5 fr.	8 fr.	T. IX. — Mémoire n° 2	1 50	2 fr .50
Mémoire n° 2	7	13	Mémoire n° 3	5 fr.	10
Mémoire n° 3	8	15	Mémoire n° 4	4	8
T. VIII. — Mémoire n° 1	8	15	Mémoire n° 5	7	12
Mémoire n° 2	6	11	T. X. — Mémoire n° 1	5	10
Mémoire n° 3	8	17	Mémoire n° 2	5	10
T. IX. — Mémoire n° 1	8	15	Mémoire n° 3	6 50	12
			Mémoire n° 4	12	30

3e *série*, en cours de publication (1877-81).

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
T. I. — Mémoire n° 1	3 fr.	8 fr.	T. II. — Mémoire n° 1	5 fr.	8 fr.
— Mémoire n° 2	5	12	— Mémoire n° 2	3	5
— Mémoire n° 3	8	20	— Mémoire n° 3	12	25
— Mémoire n° 4	3	6	— Mémoire n° 4	4	7
— Mémoire n° 5	5	10	T. III. — Mémoire n° 1	8	15

Histoire des Progrès de la Géologie.

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Collection, moins le t. Ier qui est épuisé.....	60 fr.	80 fr.	Tome II, Ire partie, ne se vend pas séparément.		
Tome I, épuisé.			Tome II, 2e partie.....	8 fr.	15 fr.
			Tomes III à VIII, chac.		8

F. AUREAU. — IMPRIMERIE DE LAGNY.